



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

“Plan de Gestión de Energía Eléctrica en base a Auditoría Energética y
Normas Eléctricas Peruanas para reducir costos de producción en Curtiembre
Piel Trujillo S.A.C”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

COLLAO ZOCÓN DEYBI LUIS

ASESOR:

PAREDES ROSARIO, RAÚL ROSALÍ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

TRUJILLO – PERÚ

2019

PÁGINA DEL JURADO

“Plan de Gestión de Energía Eléctrica en base a Auditoría Energética y Normas Eléctricas Peruanas para reducir costos de producción en Curtiembre Piel Trujillo S.A.C”

Collao Zocón Deybi Luis

Autor

Presentada a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo de Trujillo para obtener el Título de Ingeniero Mecánico Eléctrico

Dr. Jorge Salas Ruíz

Presidente

Dr. Felipe de la Rosa Bocanegra

Secretario

Mg. Raúl Paredes Rosario

Vocal

DEDICATORIA

La presente tesis se lo dedico a mi madre Elena Zocón Namoc y a mi padre Nelson Chavarry Coba por apoyarme en todo este trayecto de mi carrera profesional, por su amor infinito, por sus consejos, por cuidar de mí siempre y darme los ánimos para afrontar los obstáculos presentados y salir siempre adelante.

A mis hermanos, mi tía y a mi abuelo personas especiales que me supieron entender y creyeron en mi todo el tiempo, gracias a todos ustedes no hubiera podido llegar tan lejos sin el apoyo de todos ustedes.

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios por ayudarme a ser una persona de bien y guiarme siempre para seguir esforzándome y cumplir todos mis objetivos en la vida personal y profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica por haberme brindado todos los conocimientos gracias a ellos pude formarme como Ingeniero.

A mis amigos por todos esos buenos momentos que pasamos en este trayecto profesional.

Gracias Ing. Raúl Paredes Rosario por compartir sus experiencias profesionales y ayudarme a culminar de la mejor manera mi tesis.

Al Ing. Felipe de la Rosa Bocanegra por brindarme sus conocimientos y orientarme en mi proyecto de investigación y desarrollo de tesis.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo: Deybi Luis Collao Zocón, con DNI N.º 46648247, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, de 2019.

Deybi Luis Collao Zocón

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada Plan de Gestión de Energía Eléctrica en base a Auditoría Energética y Normas Eléctricas Peruanas para reducir costos de producción en Curtiembre Piel Trujillo S.A.C, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

El autor.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	iv
PRESENTACIÓN	v
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN:.....	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA:	1
1.2. TRABAJOS PREVIOS:	3
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA:	5
1.3.1. Gestión de la eficiencia energética y Auditoría energética:	5
1.3.2. Gestión de la energía eléctrica:	5
1.3.3. Eficiencia energética eléctrica:	6
1.3.4. Diagnostico energético eléctrico:.....	6
1.3.5. Ahorro energético en motores eléctricos:	8
1.3.6. Criterios de evaluación en un sistema eléctrico:.....	9
1.3.7. Sistema Tarifario Eléctrico en el Perú:.....	16
1.3.8. Normas Eléctricas Peruanas (NEP):.....	19
1.3.9. Modelo de Plan de Gestión de la energía.....	20
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:	22
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO:	22
1.6. HIPÓTESIS:	23
1.7. OBJETIVOS:	24
II. MÉTODO:.....	25
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:	25
2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:	27
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA:	29
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:.....	29
2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS:.....	30

III. RESULTADOS:	31
3.1. Descripción de la Situación Actual del Sistema Eléctrico de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C:	31
3.1.1. Descripción de los Suministros Eléctricos:	31
3.1.2. Descripción de la Compensación de Energía Reactiva:	32
3.1.3. Inventario de Equipos Eléctricos:	34
3.1.4. Mediciones de termográficas en el sistema eléctrico:	35
3.2. Realizar el Balance de Energía del Sistema Eléctrico de la Curtiembre:	38
3.3. Análisis de la subestación principal de la Curtiembre:	44
3.4. Estudio del factor de potencia del sistema eléctrico:	50
3.4.1. Dimensionamiento del banco de condensadores para valores máximos:	52
3.4.2. Análisis de las condiciones actuales de banco de condensadores:	57
3.5. Verificación del Dimensionamiento de los Conductores Eléctricos:	61
3.6. Análisis de motor trifásico:	90
3.7. Sistema de Iluminación Eléctrica:	93
3.8. Análisis de la facturación eléctrica de la empresa:	97
3.8.1. Análisis del Tipo de Usuario:	97
3.8.2. Tensión de Suministro de la Curtiembre:	100
3.8.3. Cálculo de la Facturación Eléctrica en Media Tensión:	102
3.9. Análisis de las mejoras eléctricas:	111
3.9.1. Mejora del Factor de Potencia:	111
3.9.2. Reemplazo de conductor de 185 mm ² :	116
3.9.3. Reemplazo de motores estándar por motores de alta eficiencia:	120
3.9.4. Mejora en el Sistema de Iluminación:	121
3.10. Propuesta de Plan de Gestión de Energía Eléctrica:	124
3.11. Análisis Económico Financiero:	126
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS:	132
V. CONCLUSIONES:	136
VI. RECOMENDACIONES:	138
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	139
ANEXOS	141

INDICE DE TABLAS

Tabla 01: Equivalencia AWG a mm ²	14
Tabla 02: Opciones de tarifas eléctricas para clientes regulados.....	16
Tabla 03: Operacionalización de Variables.	28
Tabla 04: Características del Sistema Eléctrico de la Empresa.	32
Tabla 05: Características del Banco de Condensadores de la Curtiembre.	32
Tabla 06: Potencia Total Instalada.	34
Tabla 07: Parámetros Eléctricos de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C.	38
Tabla 08: Balance de energía Activa – Reactiva periodo may-2016 a mar-2017..	43
Tabla 09: Valores promedio de la facturación eléctrica.....	46
Tabla 10: Factor de Potencia mayo 2016 – marzo 2017.....	50
Tabla 11: Potencia Activa y Reactiva en un Jornada Laboral (08-09-2017).....	58
Tabla 12: Características eléctricas de conductores NYY.....	62
Tabla 13: Resumen del análisis de los conductores eléctricos NYY.	81
Tabla 14: Tipo de Luminarias Instaladas en la Curtiembre.	93
Tabla 15: Detalle del suministro eléctrico de la empresa.	97
Tabla 16: Demanda Máxima del periodo mayo – 2016 a agosto 2017.	98
Tabla 17: Clientes Libres del Departamento de La Libertad.	99
Tabla 18: Pago de energía eléctrica del mes de marzo – 2017 en Tarifa MT2. ...	101
Tabla 19: Pago de energía eléctrica del mes de marzo – 2017 en Tarifa BT2....	101
Tabla 20: Pliegos Tarifarios en el periodo may-2016 a mar-2017 en tarifa MT2.	102
Tabla 21: Pago de energía eléctrica del mes de marzo – 2017 en tarifa MT2. ...	103
Tabla 22: Pago de energía eléctrica del mes de marzo – 2017 en tarifa MT3. ...	106
Tabla 23: Pago de energía eléctrica del mes de marzo – 2017 en tarifa MT4. ...	108
Tabla 24: Resumen de costos de energía eléctrica del mes de marzo-2017.....	110
Tabla 25: Plan de Acción 1.....	124
Tabla 26: Plan de Acción 2.....	124
Tabla 27: Plan de Acción 3.....	125
Tabla 28: Plan de Acción 4.....	125
Tabla 29: Plan de Acción 5.....	125
Tabla 30: Plan de Acción 6.....	126

Tabla 31: Resumen del Ahorro Económico de Energía Eléctrica Anual.....	126
Tabla 32: Resumen de Inversión en mejoras del sistema eléctrico.....	127
Tabla 33: Pago del préstamo realizado para las mejoras propuestas.....	128
Tabla 34: Flujo Neto de Caja del Proyecto de Inversión.	129
Tabla 35: Resumen del Análisis Económico Financiero.....	131

INDICE DE FIGURAS

Figura 01: Diagrama unifilar	2
Figura 02: triangulo de potencias	10
Figura 03: triangulo de potencias	11
Figura 4: Registró de variación de factor de potencia antes y después de la implementación de un sistema automático de corrección de potencia.....	12
Figura 05: Registró del consumo de energía reactiva antes y después de la implementación de un sistema automático de corrección de potencia.....	12
Figura 06: Potencia reducida en horas punta y alta en fuera de punta.	17
Figura 07: Modelo de Plan de Gestión de Energía según Norma ISO 50001.	21
Figura 08: Diagrama de Flujo del Diseño de Investigación	26
Figura 09: Transformador de 10/0.4 KV de la Curtiembre.....	31
Figura 10: Banco de Condensadores de la Curtiembre.	33
Figura 11: Resumen de Potencia Instalada.....	34
Figura 12: Tablero de Llaves principales de la Curtiembre.	35
Figura 13: Llave Termomagnética de 87.5/125 A con carga desbalanceada.....	36
Figura 14: Banco de condensadores en mal estado.	37
Figura 15: Resumen de energía activa total periodo may-2016 a mar-2017.....	38
Figura 16: Resumen de energía activa en HP periodo may-2016 a mar-2017.....	39
Figura 17: Resumen de energía activa en HFP periodo may-2016 a mar-2017 ...	39
Figura 18: Resumen de energía Reactiva periodo may-2016 a mar-2017	40
Figura 19: Resumen del factor de potencia periodo may-2016 a mar-2017.....	40
Figura 20: Resumen de Potencia activa en HP periodo may-2016 a mar-2017....	41
Figura 21: Resumen de Potencia activa en HFP periodo may-2016 a mar-2017..	41
Figura 22: Resumen de Potencia Reactiva en HP periodo may-2016 a mar-2017	42
Figura 23: Resumen de Potencia Reactiva en HFP periodo may-2016 a mar-2017	42
Figura 24: Esquema del transformador de distribución.	45
Figura 25: Variación del Factor de Potencia.....	51
Figura 26: Triangulo de Potencias con valores máximos.	53
Figura 27: Triangulo de Compensación.	54

Figura 28: Triangulo de Potencias después de la compensación.	55
Figura 29: Diagrama de carga en una jornada laboral (08-09-2017).....	57
Figura 30: Esquema de Distribución Eléctrica Actual de la Curtiembre.	61
Figura 31: Distribución del Tablero IT – C1.....	62
Figura 32: Verificación del conductor eléctrico NYY-185mm ²	82
Figura 33: Parámetros Eléctricos del circuito IT – C1.	89
Figura 34: Distribución del sistema de iluminación.....	93
Figura 35: Datos técnicos de tubo fluorescente T12.	94
Figura 36: Diagrama de Sankey Actual de Distribución de Potencias.....	96
Figura 37: Precios de tarifas MT2 y BT2	100
Figura 38: Nuevo Diagrama de Sankey de Distribución de Potencias.	122
Figura 39: Esquema de Distribución Eléctrica Proyectado de la Curtiembre.	123

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo principal proponer un Plan de Gestión de Energía Eléctrica para reducir los costos de operación de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C sin afectar el funcionamiento normal de la planta ni la comodidad de sus trabajadores, la muestra de estudio de esta investigación fue el suministro eléctrico de la Curtiembre.

En primer lugar, se realizó la descripción actual de la empresa mediante la ejecución de una auditoria energética, evaluando las principales cargas eléctricas para establecer los puntos más críticos, enfocarnos en ellos y aplicar las medidas correctivas necesarias. Asimismo, se evaluaron las tarifas de suministro eléctrico y se comprobó la mejor tarifa para la empresa.

Luego, se realizó el estudio del factor de potencia para compensar la energía reactiva debido a que la empresa paga mensualmente un promedio de S/. 320 y también evaluar las pérdidas de potencia en conductores eléctricos, transformador, motores eléctricos y luminarias para establecer el diagrama de Sankey del sistema eléctrico de la empresa.

Se calculó que, mejorando el factor de potencia, reemplazando motores estándar por motores de alta eficiencia, cambio de conductor NYY – 185 mm² en los tramos 5-6 y 7-8 se obtendrá un ahorro económico de 39548.08 NS/año, con una inversión de 42300 NS.

Con el análisis financiero se concluyó que el periodo de retorno de la inversión es de 11.16 meses, con un TIR de 93%, el VAN 223.070.84 NS y la relación Beneficio/Costo de 6.27, por esta razón se obtiene que el proyecto es factible económicamente.

Palabras clave: Factor de potencia, Plan de Gestión de Energía Eléctrica, suministro eléctrico, motores.

ABSTRACT

The main objective of this research was to propose an Electric Power Management Plan to reduce the operating costs of Piel Trujillo SAC Tannery without affecting the normal operation of the plant or the comfort of its workers, the study sample of this research was the electric supply of Tannery.

In the first place, the current description of the company was made through the execution of an energy audit, evaluating the main electric charges to establish more critical points, focus on them and apply the necessary corrective measures. Likewise, electricity supply rates were evaluated and the best rate for the company was verified.

Then, the study of the power factor was made to compensate the reactive energy because the company pays an average of S /. 320 and also to evaluate the power losses in electrical conductors, transformers, electric motors and luminaires to later establish the Sankey diagram of the company's electrical system.

It was calculated that, by improving the power factor, replacing standard motors with high efficiency motors, change of NYY conductor - 185 mm² in sections 5-6 and 7-8 will obtain an economic saving of 39548.08 NS / year, with an investment of 42300 NS.

With the financial analysis it was concluded that the return period of the investment is 11.16 months, with a TIR of 93%, the NPV of 223,070.84 NS and the benefit / cost ratio of 6.27, for this reason it is obtained that the project is economically feasible.

Key words: Power factor, Electric Power Management Plan, power supply, motors.

I. INTRODUCCIÓN:

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA:

El ahorro de energía eléctrica y el aumento de la eficiencia energética son los aspectos principales que toda empresa industrial debe mantener. Para poder mejorar y ser una empresa competitiva dentro del mercado laboral, se deben trazar estrategias apropiadas y facilitar las herramientas necesarias que conlleven a la disminución de energía eléctrica mediante un plan de gestión.

Un buen plan de gestión de energía aplicado en una empresa nos permite utilizar la energía eléctrica eficientemente, mayor rendimiento de los motores y una reducción en los costos de producción.

La Curtiembre Piel Trujillo S.A.C., dedicada al curtido, adobo y teñido de pieles de vacuno, con un horario laboral desde las 8.00 horas hasta las 17.30 horas, contando con una tarifa eléctrica en media tensión MT2 debido a que su sistema eléctrico está operativo casi en su totalidad durante el día (horas fuera de punta). La empresa factura aproximadamente 7000 soles al mes por consumo de energía eléctrica y paga 320 soles al mes de energía reactiva, se estimó que el factor de potencia actual del sistema está en un rango de 0.80 – 0.85, provocando un mayor consumo de energía reactiva.

También se puede notar que los conductores están sobrecalentados debido a la caída de tensión que existe en la instalación, provocando que la corriente que circula por ellos sea mayor de lo normal.

El suministro de energía eléctrica es de 10/0.4 KV trifásico, alimentando al transformador de 320 KVA, que alimenta a todos los sectores de la empresa.

Por otro lado, se observa que la planta cuenta con equipos de iluminación convencionales pudiendo ser reemplazados por luminarias LED, disminuyendo el consumo de energía eléctrica.

Las principales pérdidas de energía eléctrica de la Curtiembre proceden de los motores eléctricos ya que, la mayor parte de energía eléctrica consumida es por estos equipos.

De esta manera, se hace necesario realizar un estudio de gestión de energía eléctrica basado en auditoria energética que nos permita establecer indicadores de consumo de energía eléctrica, posibles fallas de operación, aumentar el rendimiento de los equipos y disminuir los costos de producción.

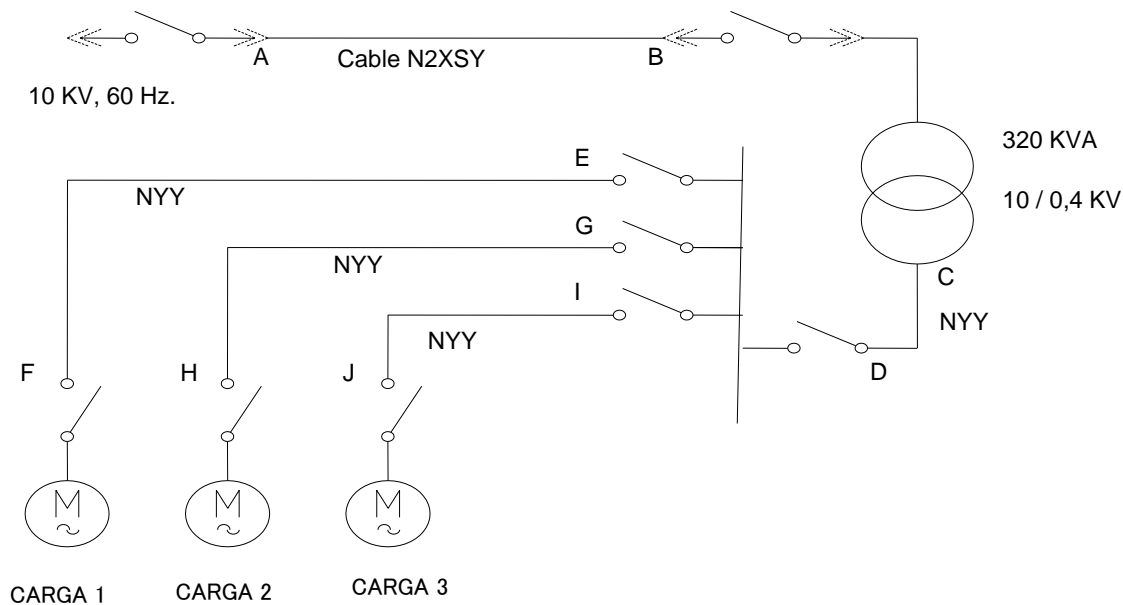


Figura 01: Diagrama unifilar

1.2. TRABAJOS PREVIOS:

Internacional

Arias Sánchez (2011) en su tesis titulada “Auditoria Energética del Sistema de Iluminación de una Entidad Bancaria” realizada en la Universidad Simón Bolívar para optar al título de Ingeniero Electricista refirió que, la instalación independiente del sistema de iluminación se debe al nivel regulado de iluminación por medio de una fotocelda que permita encontrar un balance adecuado entre la luz natural y la artificial siendo capaz de proporcionar un ahorro considerable en la instalación. Asimismo, la incorporación de sensores de presencia mejorará el uso de la energía eléctrica.

Nacional

Por otro lado, Salgado Muñoz (2014), en su tesis titulada “Propuesta de mejora en la Gestión Energética en una empresa del sector alimentos” realizada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas para optar el título de Ingeniero Industrial refiere que, según los cálculos ejecutados en la investigación, si se mantienen los rangos de demanda máxima controlados, se podría obtener un ahorro de aproximadamente S/. 11000 al año. Así también, si la empresa logra ser calificada como cliente fuera de punta (HFP) en la tarifa MT3, se podría obtener un ahorro económico de S/. 51627 al año. Para esto se puede usar un equipo de medición y controlar los consumos de energía eléctrica de la empresa.

Al tomar la primera propuesta de mejora el cual es mantener un control de la demanda máxima se tendría un ahorro de 3% al año respecto a la facturación actual de la empresa y el retorno de inversión sería de 28 meses; por otra parte, si tomamos la segunda propuesta de mejora que es mantener el rango de factor de calificación ≤ 0.5 para poder ser calificados como usuario fuera de punta (HFP) todos los meses, provocando un ahorro de 53% al año.

Local

Mena Rodríguez (2016), en su tesis titulada “Estudio de ahorro energético en el sistema eléctrico de la Universidad Cesar Vallejo – Campus Trujillo” realizada en la Universidad Cesar Vallejo para optar el título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista indican que, al ser calificado como un usuario Fuera de Punta durante todos los periodos en la tarifa de media tensión MT3, ofrece ahorros económicos significativos a la universidad en la facturación por consumo de energía eléctrica.

Local

En la tesis de Lozano (2016) titulada “Evaluación de las instalaciones eléctricas en baja tensión para mejorar la calidad de servicio eléctrico en la planta Pampa Larga minera Yanacocha S.R.L. Cajamarca” realizada en la Universidad Cesar Vallejo para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista concluyó que, al analizar el dimensionamiento de conductores y dispositivos de protección se encontró que el tablero 8 del taller de mantenimiento trabajaba con un conductor 8 AWG el cual no era el apropiado de acuerdo al amperaje registrado en dicho circuito, de la misma manera en el tablero 2 de Kitchen y SS.HH se logró identificar el conductor 14 AWG siendo también insuficiente para el amperaje que circula por dicho circuito. En el dimensionamiento de interruptores termomagnéticos también se encontraron deficiencias debido al amperaje muy elevado con respecto a la capacidad de los interruptores, tal fue el caso del interruptor termomagnético de 90 A del Taller de Mantenimiento, el termomagnético de 10 A de Control Room Merrill Crowe y el termomagnético de 20 A de Kitchen y SS. HH, los cuales necesitan un redimensionamiento.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA:

1.3.1. Gestión de la eficiencia energética y Auditoría energética:

Es un estudio técnico del sistema energético / eléctrico, que permite saber si la energía eléctrica que usa una empresa industrial es utilizada eficientemente. El estudio de la eficiencia energética se realiza analizando cada sector de una instalación eléctrica, permitiendo establecer el punto inicial para implantar un plan de gestión de energía eléctrica, ya que se establece dónde y cómo es utilizada la misma, al mismo tiempo especificar cuanta es desaprovechada (Moya, 2010).

En otras palabras, un plan de gestión de eficiencia energética propondrá que el uso de la energía sea eficiente, mientras que la auditoría energética nos permite identificar deficiencias en el uso de la energía, así como operaciones energéticamente costosas, logrando un crecimiento de la competitividad del sector.

1.3.2. Gestión de la energía eléctrica:

La gestión de la energía eléctrica se encarga de controlar el consumo de electricidad de una empresa realizando una serie de procedimientos y respetando las normas eléctricas.

El objetivo principal de un plan de gestión de energía eléctrica es aumentar la eficiencia de las instalaciones eléctricas para reducir costos sin afectar el nivel de producción de la empresa. (Sinche Luján, 2011).

1.3.3. Eficiencia energética eléctrica:

Es la reducción de la potencia activa, reactiva y aparente y de la energía (KW.h y KVAR.h) demandada al sistema eléctrico sin que afecte el proceso normal de las empresas industriales.

“Además, una instalación eléctrica eficiente permite una optimización técnica y económica. Es decir, reduce los costos de producción” (Serra, 2009).

Los puntos básicos para que una empresa trabaje eficientemente son:

- Optimizar la gestión técnica de la instalación eléctrica aumentando el rendimiento de la planta y evitando paradas inesperadas de las máquinas disminuyendo la producción.
- Reducir el consumo de la energía eléctrica.

1.3.4. Diagnostico energético eléctrico:

“El diagnóstico energético eléctrico es un proceso básico que permite identificar la cantidad de energía eléctrica consumida, el sector de mayor consumo y el porqué del mismo, logrando detectar el problema principal del sistema y permitiendo mejorar la eficiencia energética eléctrica” (Parlá y Fernández, 2007).

Los objetivos de diagnóstico energético son:

- Evaluar el consumo de energía eléctrica.
- Determinar las pérdidas y desperdicios de energía eléctrica en los motores eléctricos de la empresa.
- Identificar potenciales ahorros económicos.
- Definir medidas para ahorrar energía eléctrica y reducir costos de producción, evaluados técnica y económicamente.

Un análisis de la eficiencia de la energía eléctrica comprende las siguientes acciones (Trinidad, 2014).

a) Reconocer el sistema eléctrico de manera general:

El objetivo principal de esta acción es identificar de manera general la situación del sistema eléctrico, los procesos productivos de la empresa, las áreas con más consumo de energía eléctrica, horario de trabajo, la potencia que contratada a la concesionaria y finalmente la facturación eléctrica de la empresa.

b) Toma de datos:

En este período, con la ayuda de los equipos de medición necesarios se tomarán medidas de los factores eléctricos tales como potencia, factor de potencia, intensidad y voltaje para luego proceder a registrar estos valores y ver los efectos que tienen sobre los costos de producción de la empresa.

c) Estimación del índice de eficiencia en una instalación eléctrica:

Básicamente esto nos permite determinar el nivel de producción, el consumo de energía eléctrica de los motores eléctricos trifásicos de la empresa y como afecta esto en el costo de producción total de la empresa.

d) Finalmente se elaboran propuestas de mejora para disminuir los costos por consumo de energía eléctrica:

Para reducir los costos de energía eléctrica se debe dejar de pagar por consumo de energía reactiva. Para esto la propuesta más viable es la instalación de un banco de condensadores total o individual, previo a un análisis de las cargas con mayor tiempo de operación y consumo de potencia logrando una disminución en la facturación mensual de la empresa.

1.3.5. Ahorro energético en motores eléctricos:

“En Europa según estudios recientes, más del 60% de la energía eléctrica consumida por una empresa industrial se destina a la transformación en energía mecánica utilizada para todo tipo de trabajos. Por esta razón, lograr una alta eficiencia en este campo supone unos ahorros de energía para la empresa” (OptimaGRID, 2016).

Para optimizar la eficiencia energética de los motores se debe estudiar la potencia nominal a la que operan, para establecer si se pueden reemplazar por otros de menor potencia. Se deben considerar los siguientes factores:

➤ ***Se debe elegir tipo de motor eléctrico a usar en cada trabajo:***

El rendimiento máximo de un motor eléctrico depende del lugar y tipo de trabajo, el máximo rendimiento de un motor se logra cuando este opera entre el 75% y el 95% de su potencia nominal.

➤ ***Proponer Motores Premium de alta eficiencia:***

Estos motores permiten lograr grandes ahorros económicos ya que transforman en energía mecánica casi toda la energía eléctrica que absorben y tienen menor pérdida de potencia que un motor de eficiencia normal.

➤ ***Utilizar variadores de velocidad:***

También producen grandes ahorros de consumo de energía eléctrica ya que nos permite acelerar o desacelerar los motores eléctricos o frenada directa del mismo.

➤ **Evitar el arranque y operación simultanea de motores:**

Para reducir el valor máximo de la demanda.

➤ **Corregir caída de tensión en los alimentadores:**

“Una tensión mínima en los terminales del motor genera un incremento de la corriente, sobrecalentamiento y disminución de su eficiencia” (OptimaGRID, 2016).

1.3.6. Criterios de evaluación en un sistema eléctrico:

La potencia activa (P) es la potencia útil que se utiliza en motores u otros equipos y es la potencia efectivamente consumida (Serra, 2009). Se puede calcular con la siguiente formula:

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos \varphi \quad (01)$$

“La potencia reactiva (Q) es aquella que utilizan ciertos equipos para la creación de campos eléctricos y magnéticos (como motores, transformadores, reactancias, etc.). Esta potencia no se convierte en trabajo útil, sino que aumenta la potencia total (S), generando pérdidas en la distribución eléctrica” (Serra, 2009).

$$Q = P * \tan \varphi \quad (02)$$

La potencia aparente (S), es la potencia total y viene dado por la suma vectorial de las potencias activa (P) y reactiva (Q) (Serra, 2009).

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (03)$$

El factor de potencia ($\cos \varphi$), Es la relación entre la potencia activa (P) y la potencia aparente (S), o el coseno del ángulo de desfase entre (P) y (S) (Serra, 2009).

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (04)$$

Al relacionar la potencia activa con la potencia reactiva se obtiene el factor de potencia que viene a ser el ángulo que forman estos dos fasores de potencia tal como se puede ver en la figura 02.

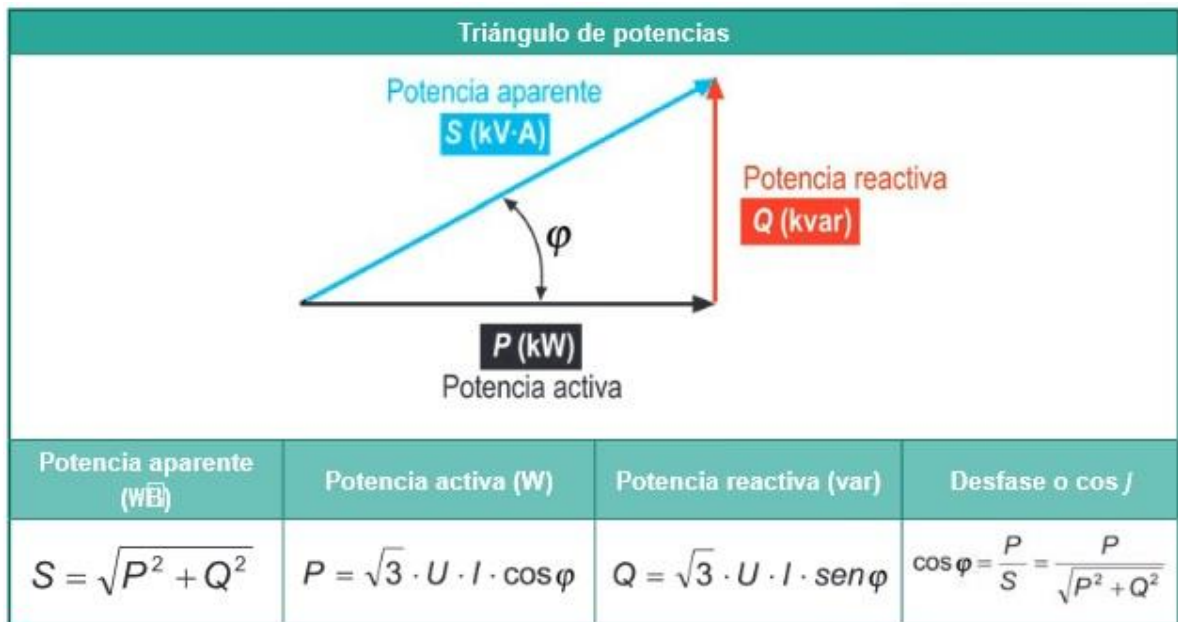


Figura 02: triángulo de potencias

Fuente: Serra (2009)

El problema principal de un factor de potencia reducido es que los consumos de energía eléctrica aumentan, asimismo si se cuenta con un factor de potencia aceptable se puede disminuir la potencia aparente (S) para el sistema de distribución.

La solución recomendada cuando en un sistema eléctrico se detecte un bajo factor de potencia es la instalación de un banco de condensadores, los cuales generarán la potencia capacitiva faltante (Q_c) para alcanzar un $\cos \varphi$ aceptable, se procede de la siguiente forma para dimensionar la compensación capacitiva:

Se considera un $\cos \varphi = 0.99$ como aceptable.

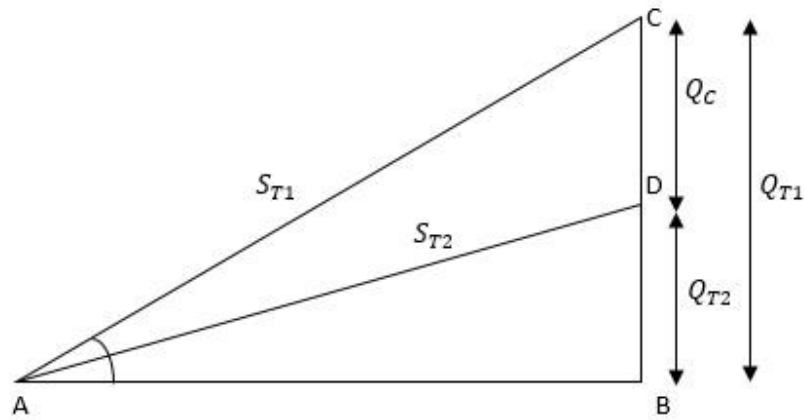


Figura 03: triangulo de potencias

$$Q_C = Q_{T1} - Q_{T2} \quad (05)$$

$$Q_{T2} = P * \tan \varphi_{deseado} \quad (06)$$

Donde:

Q_C = Potencia capacitiva faltante

Q_{T1} = Potencia reactiva actual

Q_{T2} = Potencia reactiva deseable

Mediante la instalación de un banco de condensadores ya sea automático o individual se anula el pago por consumo de energía reactiva esto se debe a que cuando el factor de potencia es bajo la energía reactiva del sistema es elevada y viceversa.

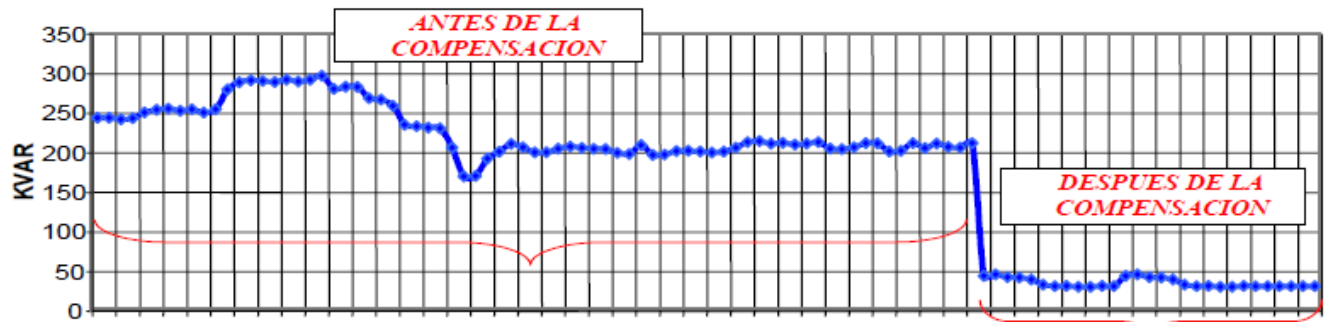


Figura 4: Registró de variación de factor de potencia antes y después de la implementación de un sistema automático de corrección de potencia

Fuente: Aplicación de la eficiencia energética a la implementación de una planta de alimentos balanceados UNI – 2009

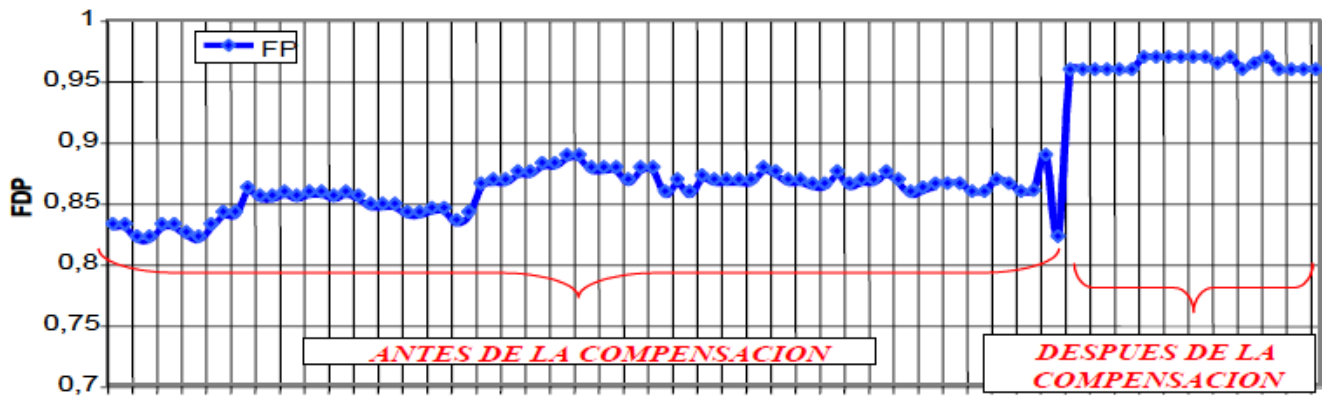


Figura 05: Registró del consumo de energía reactiva antes y después de la implementación de un sistema automático de corrección de potencia

Fuente: Aplicación de la eficiencia energética a la implementación de una planta de alimentos balanceados UNI – 2009

“La corriente o intensidad eléctrica (I), es la capacidad de flujo de electrones libres que recorre un material; cuando una cantidad muy elevada de electrones pasa a través de un punto en un segundo, se dice que la corriente es de 1 ampere” (Enríquez, 2005).

De acuerdo con el tipo de sistema eléctrico ya sea trifásico o monofásico se calculará la intensidad nominal (I_N) (Senner, 1994).

Para circuitos trifásicos:

$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi} \quad (07)$$

Para circuitos monofásicos:

$$I_N = \frac{P}{V * \cos \varphi} \quad (08)$$

Donde:

I_N = Corriente nominal

V = Voltaje

$\cos \varphi$ = Factor de potencia

En el caso de diseño de conductores se debe dimensionar teniendo en cuenta otras consideraciones como la corriente de arranque, la cual es superior a la nominal. Si alimenta a un solo motor eléctrico se determina por ampacidad al 250%.

$$I_D = 2.5 * (I_N) \quad (09)$$

Donde:

I_N = Intensidad de corriente nominal

I_D = Intensidad de corriente de diseño

Todos los conductores eléctricos están clasificados según el calibre o sección transversal. En el Perú se clasifica el calibre en mm^2 y cada uno de ellos le corresponde un determinado amperaje o capacidad de conducción de corriente.

Las equivalencias se muestran en la tabla 01.

Tabla 01: Equivalencia AWG a mm^2

AWG	sección mm^2	carga eléctrica en Amperio
24	0,21	3,5 A
22	0,33	5,0 A
20	0,52	6,0 A
18	0,82	9,5 A
16	1,31	20 A
14	2,08	24 A
12	3,32	34 A
10	5,26	52 A
8	8,35	75 A
6	13,29	95 A
4	21,14	120 A
3	26,65	154 A
2	33,61	170 A
1	42,38	180 A

Fuente: Conductores SAB (2016)

Se entiende por caída de voltaje o tensión cuando parte del voltaje inicial se pierde en una determinada distancia entre los extremos del conductor (desde la fuente de alimentación hasta las cargas eléctricas). Este valor es medido en voltios.

Si la variación de voltaje es mayor a los porcentajes establecidos por el Código Nacional de Electricidad, los motores eléctricos presentan problemas de operatividad (Enríquez, 2005).

Según norma, en el Perú el Código Nacional de Electricidad establece para baja tensión una caída de voltaje máximo del 5%.

La caída de tensión se puede calcular mediante la siguiente formula:

$$\Delta V = \sqrt{3} * R_{cd} * I_L \quad (10)$$

Donde:

R_{cd} = Resistencia del conductor en ohmios

I_L = Intensidad de corriente de línea

Además:

$$R_{cd} = \rho_{cu} \left[\Omega \cdot \frac{mm^2}{m} \right] * \frac{L_{cd} [m]}{S [mm^2]} \quad (11)$$

Donde:

ρ_{cu} = Resistividad del cobre en $\left[\Omega \cdot \frac{mm^2}{m} \right]$

L_{cd} = Longitud del conductor en $[m]$

S = Sección del conductor en $[mm^2]$

1.3.7. Sistema Tarifario Eléctrico en el Perú:

“En el país existen quince opciones tarifarias, el cliente es libre de elegir la opción tarifaria que más le convenga teniendo en cuenta si su sistema de trabajo es en hora punta o en hora fuera de punta. Entendiendo como **hora punta (HP)** al horario comprendido entre las 6.00 p.m. hasta las 11.00 p.m. de todos los días del año y **fuera de punta (HFP)** a todas las horas fuera del rango comprendido en horas punta (HP)” (OSINERGMIN, 2011)

1.3.7.1. Opción tarifaria: (Clientes Regulados)

En el Perú, La Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria (GART) establece las tarifas a acogerse (dependiendo la tensión de suministro) para un usuario final.

Tabla 02: Opciones de tarifas eléctricas para clientes regulados.

OPCIÓN TARIFARIA	
Baja Tensión	Media Tensión
BT2	MT2
BT3	MT3
BT4	MT4
BT5A-BT5B-BT5C-BT5D-BT5E	
BT6	
BT7	
BT8	

Fuente: Osinergmin, 2011.

1.3.7.2. Condición específica de aplicación de tarifas en media tensión:

- Opción tarifaria MT2:

Esta es una opción de tarifa eléctrica para todas las empresas con gran consumo de energía eléctrica en HFP y menor consumo en HP ver figura N° 6:

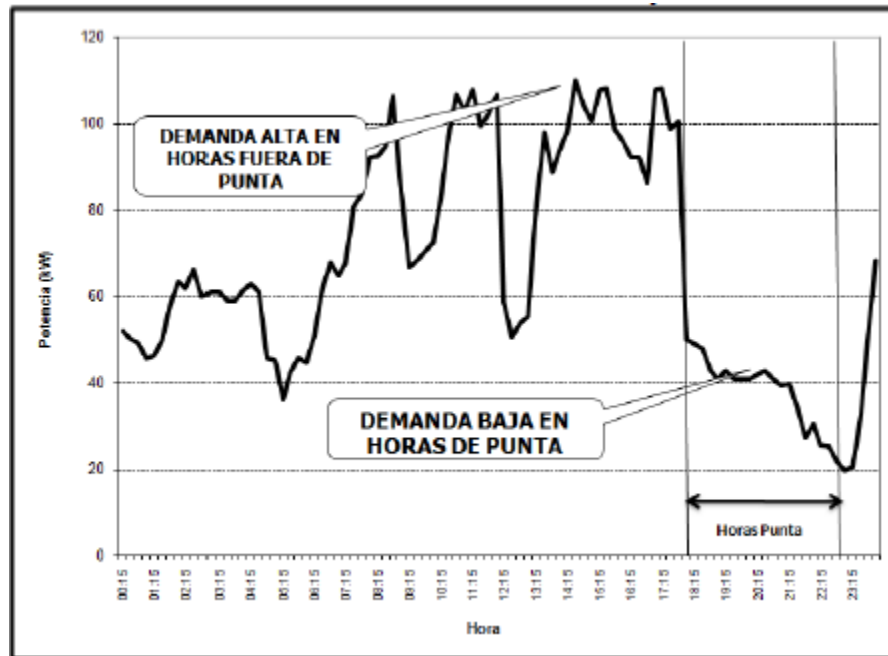


Figura 06: Potencia reducida en horas punta y alta en fuera de punta.

Fuente: Osinergmin, 2011.

- **Opción tarifaria MT3:**

Esta opción de tarifa eléctrica se recomienda para aquellas empresas industriales que trabajan las 24 horas del día con motores eléctricos u otros equipos industriales, debido a que en esta tarifa el cliente puede ser calificado como cliente presente en punta o cliente presente fuera de punta. En esta tarifa eléctrica a la empresa le conviene ser calificada siempre como cliente fuera de punta, siempre y cuando las potencias de horas punta y fuera de punta sean casi iguales; ya que los precios de potencia en horas fuera de punta (HFP) son mucho menores a los precios de horas punta (HP) ver anexo A (Osinergmin, 2011).

- **Opción tarifaria MT4:**

Esta opción de tarifa eléctrica es conveniente siempre y cuando la empresa tenga un mayor consumo de potencia en horas punta (6.00 p. m a 11.00 p. m) (Osinergmin, 2011).

1.3.7.3. Calificación tarifaria del usuario:

Se aplica a las opciones tarifarias MT3, MT4, BT3 y BT4, dado que consideran precios diferenciados para la facturación de potencia activa según si los usuarios se encuentran calificados como presentes en punta o presentes en fuera de punta.

Para determinar el grado de calificación se usa la siguiente formula:

$$\text{Calificación Tarifaria} = \frac{(EAHP \text{ mes})}{(MD_{leída \text{ mes}}) * (N^{\circ} HP \text{ mes})} \quad (12)$$

Donde:

EAHP mes = Es la energía activa en horas punta facturada en el mes por la empresa.

MD_{leída mes} = Es la demanda máxima que la empresa factura en el mes.

N° HP mes = Es el número de horas punta (HP) al mes.

1.3.8. Normas Eléctricas Peruanas (NEP):

- Ley N° 27345 de promoción de uso eficiente de la energía eléctrica.
- Código Nacional de Electricidad – Suministro (2011) y Utilización (2006).
- “Norma “Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final”, aprobada mediante Resolución OSINERGMIN N° 206-2013-OS/CD” (Osinergmin, 2011).
- “Guía de orientación para la selección de la tarifa eléctrica a usuarios finales en baja tensión”, pre-publicación del MEM - Dirección General de Electricidad (2011).
- Guía para el usuario “Inf. Osinergmin”, elaborada por la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria (marzo, 2012).
- Decreto Supremo N°053-2007 MINEM
- Norma Técnica Peruana 370.053 (Seguridad Eléctrica).

1.3.9. Modelo de Plan de Gestión de la energía de acuerdo con Norma ISO 50001:

El modelo de un Plan de Gestión de Energía reside en un ciclo de fomentar la mejora continua, la cual está formada por cuatro etapas:

- ***Etapas de Planificación:***

En esta etapa se agrupa a todos los factores que influyen en el alto consumo de energía y también busca optimizar dicho consumo compensando las reacciones negativas que estos factores ejercen sobre el sistema.

- ***Etapas de Ejecución:***

En esta etapa se ponen en acción las medidas necesarias para lograr optimizar el consumo de energía en la empresa.

- ***Etapas de Verificación:***

Esta etapa tiene el objetivo de monitorear de forma continua todas las tareas realizadas.

- ***Etapas de Actuar:***

Esta etapa consiste en detectar errores producidos en la etapa de verificación y tomar medidas para solucionarlos.

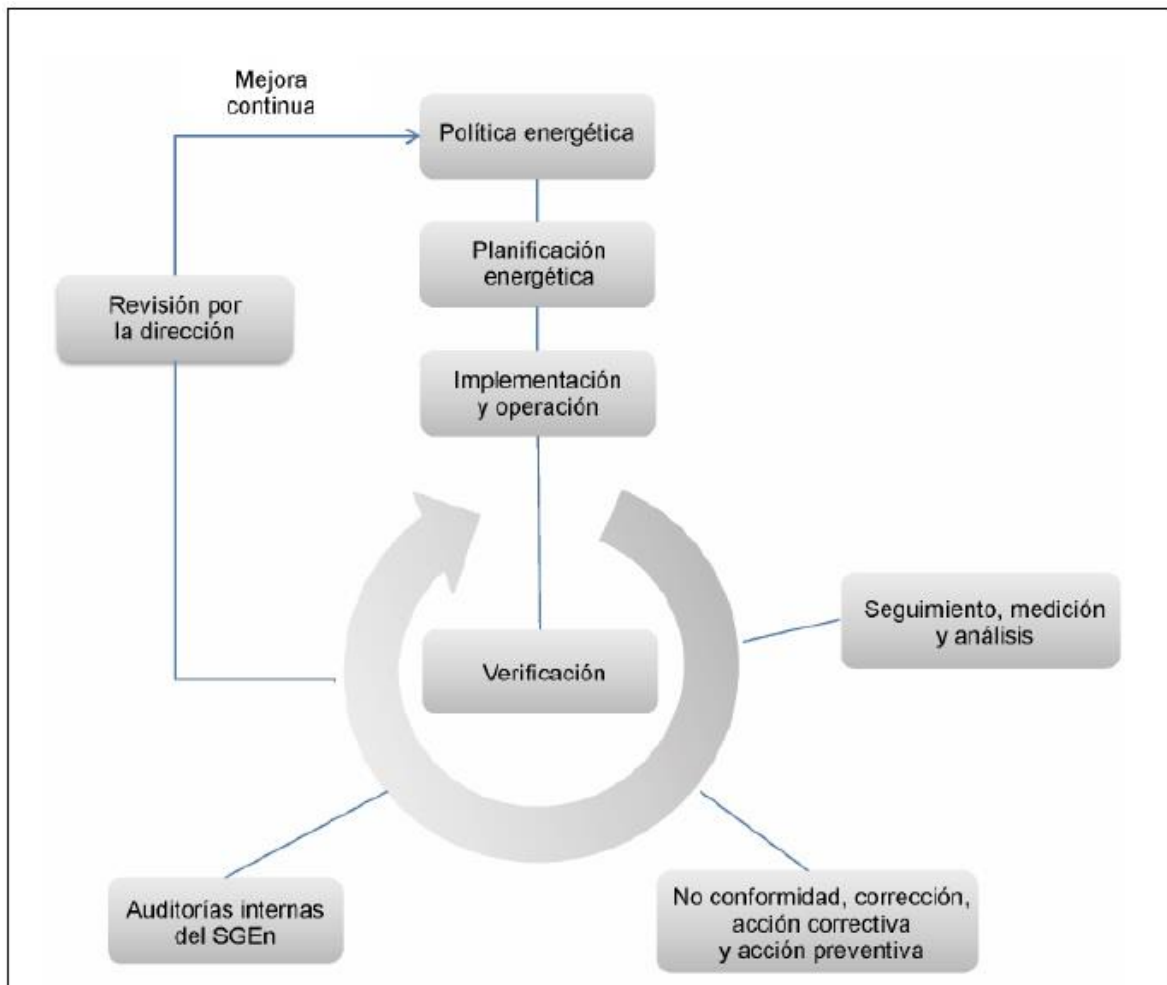


Figura 07: Modelo de Plan de Gestión de Energía según Norma ISO 50001.

Fuente: Norma ISO 50001, 2011.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

¿En qué medida se podrán reducir los costos de producción mediante un Plan de gestión de energía eléctrica en base a auditoría energética y Normas Eléctricas Peruanas en la Curtiembre Piel Trujillo SAC?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO:

1.5.1. Justificación Tecnológica:

Se propondrá implementar equipos modernos como motores de alta eficiencia, un banco de condensadores manual o automático, cambio de los equipos de iluminación, conductores eléctricos bien dimensionados, etc.

1.5.2. Justificación Económica:

Por medio de un plan de gestión de energía eléctrica basado en auditoría energética nos permitirá encontrar las deficiencias en las instalaciones eléctricas, así como en los equipos utilizados en la empresa, pudiendo así dar recomendaciones de mejora necesarias para disminuir el consumo de energía y lograr un ahorro económico en la facturación eléctrica de la empresa.

1.5.3. Justificación Social:

En la región existen muchas empresas del sector Curtiembre que no cuentan con un plan de gestión de energía eléctrica, pretendiendo con esta investigación demostrar que es muy importante contar con un plan de gestión de energía eléctrica.

1.5.4. Justificación Institucional:

Pondremos en uso de todo lo aprendido a lo largo de la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica en la Universidad Cesar Vallejo, permitiendo desarrollar un plan de gestión de energía eléctrica que se pueda aplicar a cualquier tipo de empresa.

1.5.5. Justificación Metodológica:

La investigación seguirá una metodología que cuenta con una secuencia muy importante sobre la problemática del mal uso de la energía eléctrica, identificación del problema hasta presentar propuestas de mejora.

1.6. HIPÓTESIS:

Mediante la aplicación de un plan de gestión de energía eléctrica en base a auditoria energética y Normas Eléctricas Peruanas se reducirán los costos de operación en la Curtiembre Piel Trujillo SAC – La Libertad.

1.7. OBJETIVOS:

1.7.1. Objetivo General:

- Elaborar el plan de gestión de energía eléctrica en base a auditoría energética y Normas Eléctricas Peruanas para reducir los costos de producción en Curtiembre Piel Trujillo SAC.

1.7.2. Objetivos Específicos:

- Describir la situación actual del sistema eléctrico de la Curtiembre.
- Realizar el balance de energía activa y reactiva del sistema eléctrico de la Curtiembre.
- Analizar la subestación principal de la Curtiembre.
- Realizar un estudio de mejora del factor de potencia del sistema eléctrico.
- Evaluar el dimensionamiento de los conductores eléctricos.
- Analizar los motores eléctricos principales de la Curtiembre.
- Analizar del sistema de iluminación eléctrica.
- Analizar la facturación eléctrica de la empresa.
- Analizar mejoras en el sistema eléctrico.
- Elaborar el plan de gestión de energía eléctrica.
- Realizar el análisis económico financiero para la implementación de las mejoras.

II. MÉTODO:

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

Esta investigación es descriptiva porque solo se realizará el análisis del sistema eléctrico de la Curtiembre basado en auditoria energética, para luego proponer un plan de gestión de energía eléctrica que nos ayude a minimizar los costos de producción de la misma. El procedimiento de la investigación se muestra en la siguiente figura:

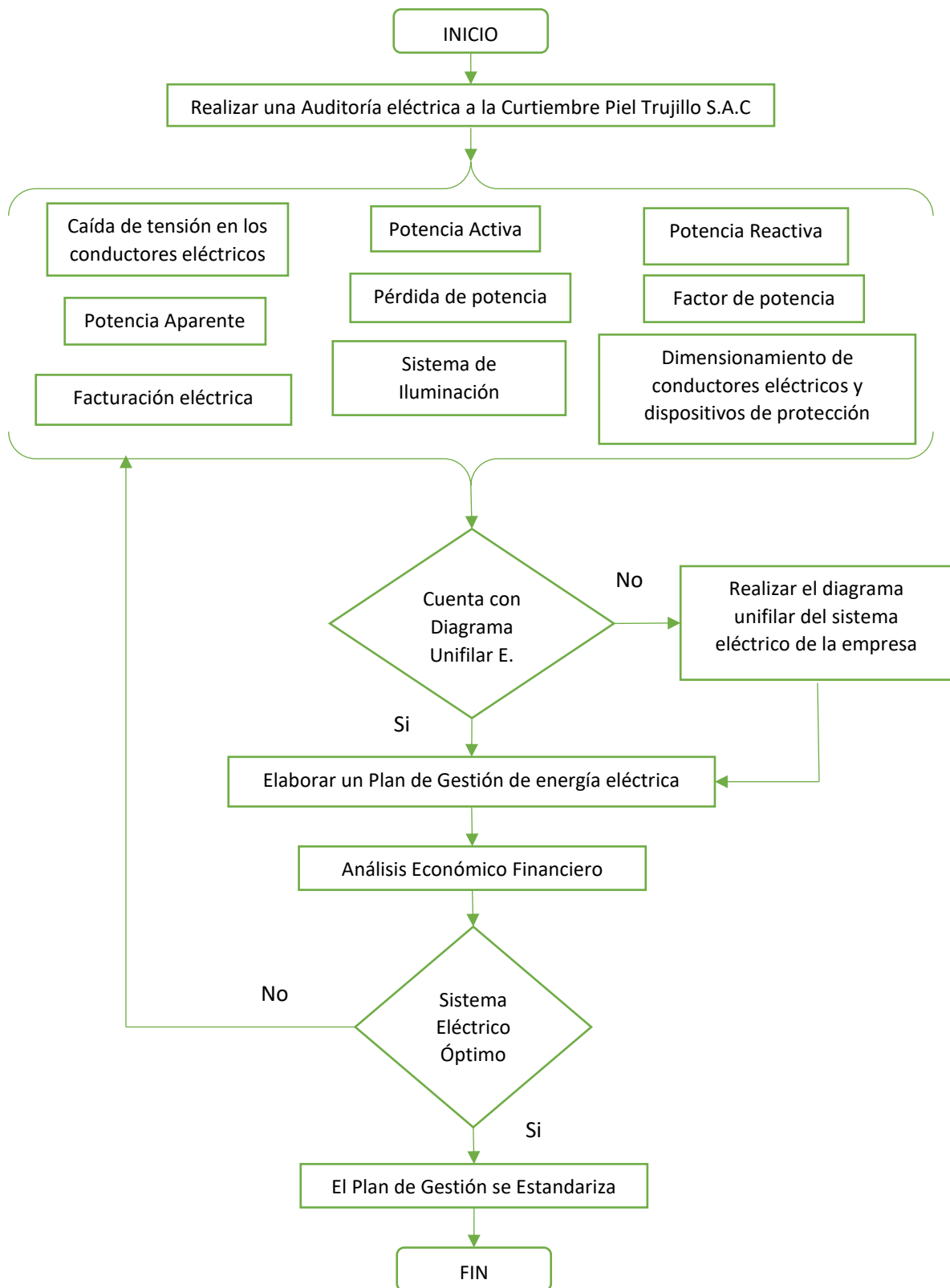


Figura 08: Diagrama de Flujo del Diseño de Investigación

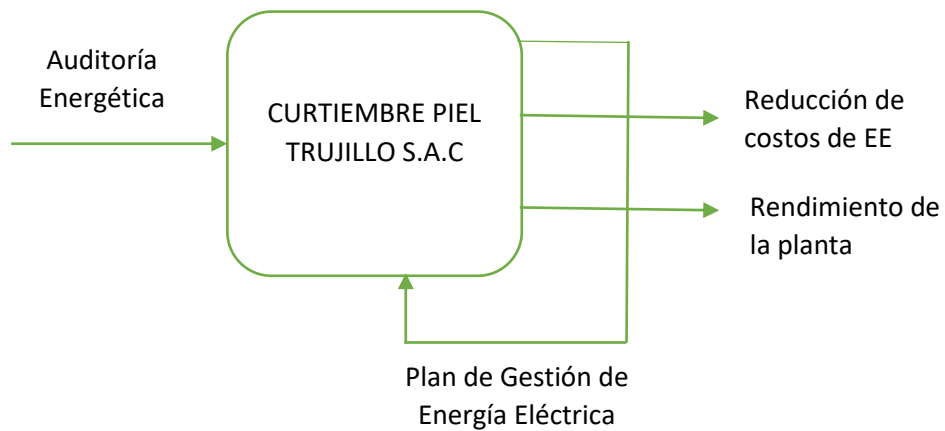
2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

2.2.1. Variables Independientes:

- Auditoría Energética

2.2.2. Variables Dependientes:

- Plan de Gestión de energía eléctrica.
- Reducción de costos de energía eléctrica.
- Rendimiento de la planta.



2.2.3. Operacionalización de Variables:

Tabla 03: Operacionalización de Variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Auditoría Energética	Es el estudio del sistema energético eléctrico de una empresa industrial (Moya, 2010).	La Auditoria será medida mediante parámetros eléctricos establecidos en las normas peruanas y el Código Nacional de Electricidad (CNE).	Amperios Tensión Potencia Activa Potencia Reactiva Potencia Aparente Energía Activa Energía Reactiva Factor de Potencia	Cuantitativa A V KW KVAR KVA KWh KVARh $\cos \varphi$
Plan de Gestión de Energía Eléctrica	Es un conjunto de procesos que nos permiten prevenir el mal consumo de energía eléctrica (Sinche Luján, 2011).	El plan de gestión de energía eléctrica será medido mediante un seguimiento y monitoreo de los procesos establecidos.	Costo de implementación del plan. Retorno de inversión (ROI)	Cuantitativa <i>NS/año</i>
Reducción de costos de energía eléctrica	Es el ahorro económico que la empresa puede lograr siguiendo un plan de gestión de energía eléctrica (OptimaGRID, 2016).	Los costos de energía eléctrica serán medidos mediante la reducción de costos en la facturación eléctrica mensual de la empresa.	Costos de energía reactiva	Cuantitativa <i>NS/mes</i>

Rendimiento de la planta	Relación entre el trabajo útil desarrollado por una máquina durante un intervalo de tiempo determinado y la energía que se suministra a la misma.	Se mide mediante la relación entre la producción real y la capacidad nominal de la planta.	$\% = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad nominal de la planta}}$	Razón (0 - 100) %
--------------------------	---	--	---	--------------------------

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA:

Población: Sistemas eléctricos del sector Curtiembre de Trujillo.

Muestra: Suministro eléctrico de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

2.4.1. Técnicas:

- **Observación:**

Mediante esta técnica se pudo observar las facturas mensuales por concepto de consumo de energía eléctrica, obtenidas de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C.

- **Toma de datos:**

Mediante esta técnica se podrá detallar los datos técnicos de los conductores, motores eléctricos y así poder establecer el estado en el que se encuentra la instalación eléctrica de la empresa.

2.4.2. Instrumentos: (Ver anexo C)

- Microsoft Excel.
- Pinza Amperimétrica Prasek PR-103.
- Termómetro Laser GM-320.
- Pinza Amperimétrica Prasek PR-232
- Cámara Termográfica FLIR E-40

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS:

- Para la realización de esta investigación se procederá a la toma de datos generales del sistema eléctrico de la empresa que nos permitirá verificar el estado actual de la misma.
- Analizar las mediciones obtenidas por los equipos de medición, mediante cálculos eléctricos utilizados en una auditoría energética.
- Usar una hoja de cálculo (Excel) para programar los datos obtenidos después del análisis.
- Proponer alternativas de mejora al sistema más deficiente de acuerdo con criterios de prioridad e inversión.
- Determinar la viabilidad de la propuesta mediante una evaluación económica.
- Actualizar los planos eléctricos de la empresa.

III. RESULTADOS:

3.1. Descripción de la Situación Actual del Sistema Eléctrico de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C:

3.1.1. Descripción de los Suministros Eléctricos:

La Curtiembre Piel Trujillo S.A.C cuenta con un suministro eléctrico en media tensión, cuya tensión nominal fase – fase es 10 KV a 60Hz.



Figura 09: Transformador de 10/0.4 KV de la Curtiembre.

A continuación, se muestran las características principales del sistema eléctrico:

Tabla 04: Características del Sistema Eléctrico de la Empresa.

Ubicación	Costado de la puerta principal
Tipo	Biposte
Potencia del Transformador	320 KVA
Tensión Primaria	10 KV
Tensión Secundaria	0.4 KV
Cargas que alimenta	Toda la Empresa
Autogeneración	No presenta Autogeneración
Tipo de ingreso a la SED	Subterráneo mediante conductor N2XS

Es necesario dar a conocer que el sistema eléctrico no cuenta con un grupo electrógeno que pueda sustituir la energía eléctrica en caso haya un corte de energía no programado.

3.1.2. Descripción de la Compensación de Energía Reactiva:

La Curtiembre cuenta con un banco de condensadores automático instalado en el año 1995 y tiene las siguientes características:

Tabla 05: Características del Banco de Condensadores de la Curtiembre.

Marca	Ditec S.A
Potencia Reactiva Instalada	110 KVAR
Potencia Reactiva Operativa	55 KVAR
Potencia de cada banco	4 x 15 KVAR - 2 x 25 KVAR
Bancos Instalados	6
Bancos Operativos	3
Tensión	380 V
Frecuencia	60 Hz
Tipo de Regulación	Automática

A continuación, se muestra una imagen del banco de condensadores automático:



Figura 10: Banco de Condensadores de la Curtiembre.

3.1.3. Inventario de Equipos Eléctricos:

En el cuadro se muestra un resumen de las cargas eléctricas instaladas por etapa de proceso productivo.

El detalle de los equipos eléctricos de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C se encuentra en el anexo A.

Tabla 06: Potencia Total Instalada.

DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA - RESUMEN	
ETAPA DE PROCESO PRODUCTIVO	POTENCIA (KW)
Etapa de Rivera	228.36
Etapa de Semi Acabado	61.2
Etapa de Acabado	37
TOTAL	326.56

Fuente: Piel Trujillo S.A.C.

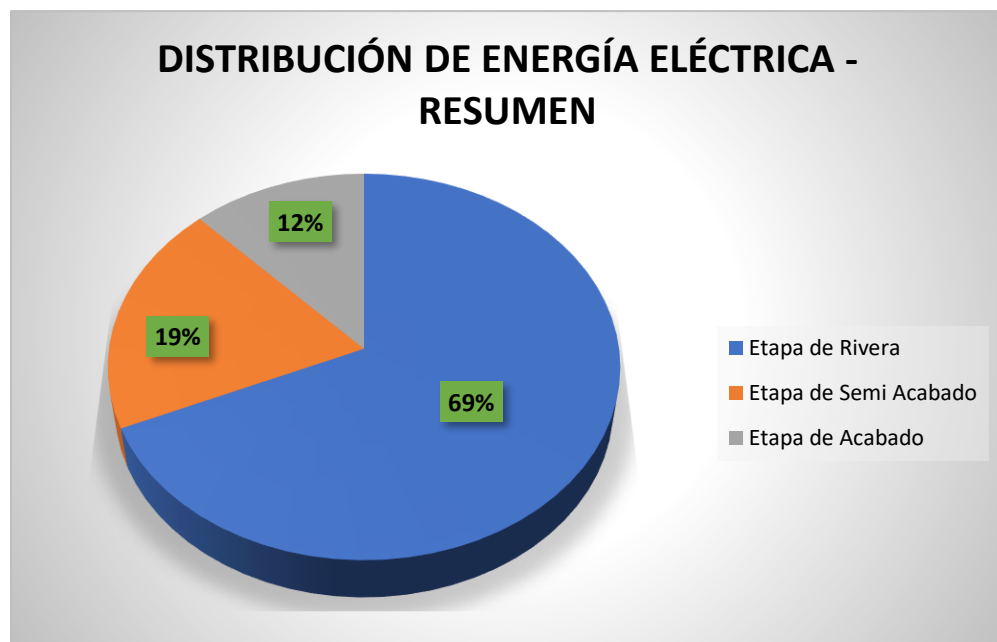


Figura 11: Resumen de Potencia Instalada.

Fuente: Tabla 06

3.1.4. Mediciones de termográficas en el sistema eléctrico:

Se realizaron mediciones con la ayuda de una cámara termográfica FLIR E40 para detectar posibles fallas o sobrecalentamientos en el sistema eléctrico de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C, las imágenes obtenidas se muestran a continuación:

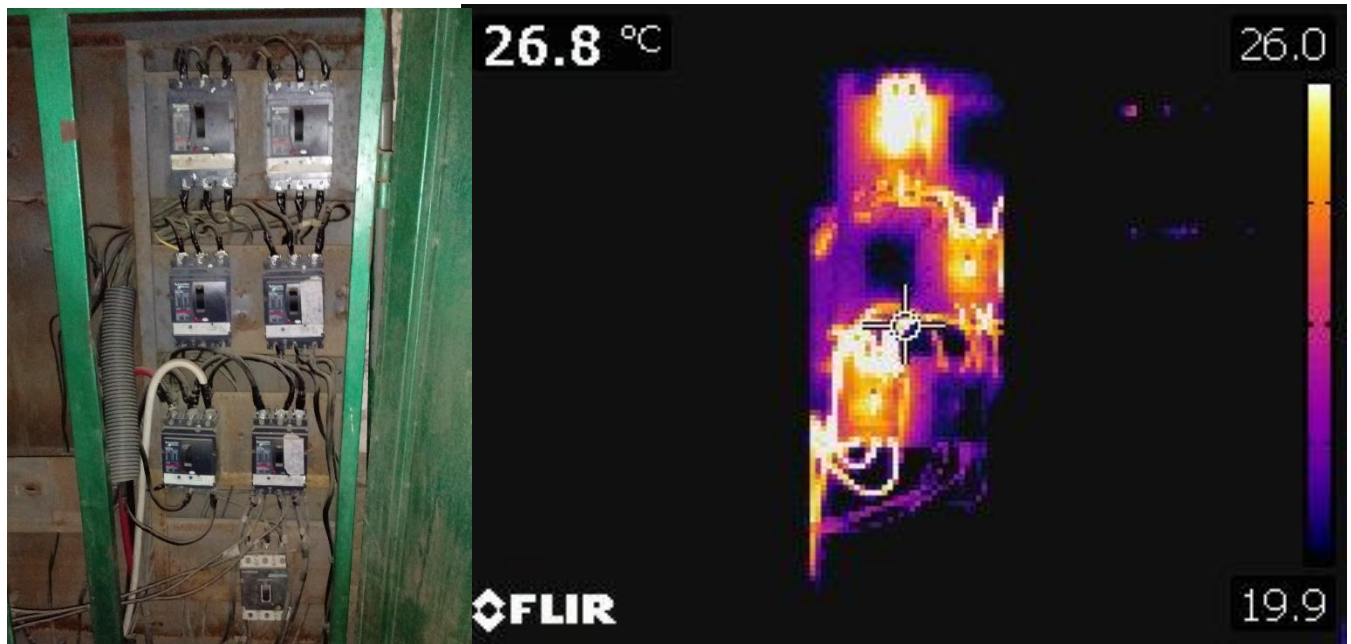


Figura 12: Tablero de Llaves principales de la Curtiembre.

La figura 12 nos muestra el tablero de llaves principales en la cual se puede observar que solo 3 llaves de 7 están funcionando, se ha comprobado que 1 de las llaves esta fuera de servicio y las cargas que controlaba se conectó a otra llave termomagnética sin considerar la capacidad de esta ni la sección del conductor eléctrico esto trae problemas de sobrecalentamiento en el sistema.

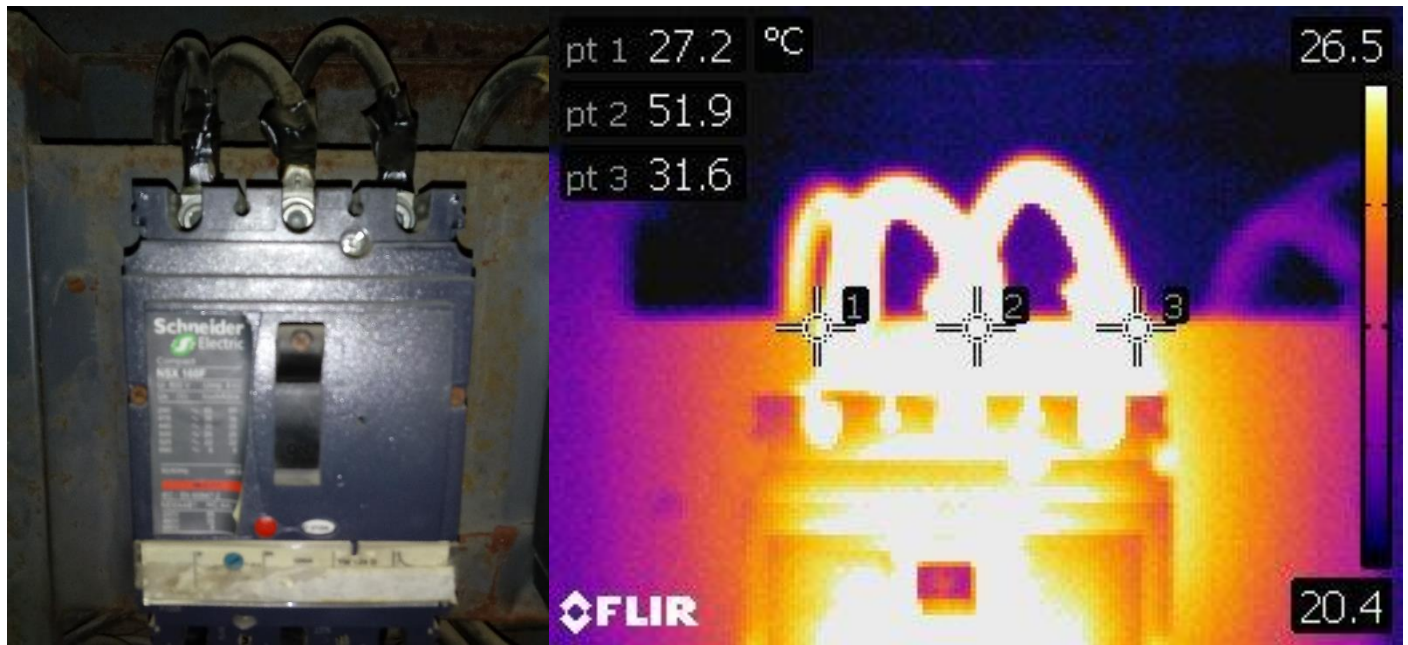


Figura 13: Llave Termomagnética de 87.5/125 A con carga desbalanceada.

La figura 13 nos muestra un desbalance de temperatura en las fases 27.2 °C en la fase 1, 57.9 °C en la fase 2 y 31.6 °C en la fase 3 esto se debe posiblemente a un contacto eléctrico deficiente provocando un aumento de resistencia en el contacto, otro factor es la sobrecarga en la fase 2 debido a una conexión monofásica en dicha fase.



Figura 14: Banco de condensadores en mal estado.

La figura 14, nos muestra la instalación de un banco de condensadores automático de 110 KVAR, de los cuales se puede comprobar que 3 de los 6 condensadores que conforman el banco se encuentran en mal estado funcionando solos 55 KVAR y como consecuencia esta falla en el banco de condensadores genera que la Curtiembre pague aproximadamente S/. 320 al mes por consumo de energía reactiva.

La solución a este problema sería redimensionar e instalar el banco de condensadores ya que este se instaló en el año 1995 y no se le realiza el mantenimiento necesario desde entonces.

3.2. Realizar el Balance de Energía Activa y Reactiva del Sistema Eléctrico de la Curtiembre:

Para realizar el balance de energía, analizamos los datos obtenidos de la facturación eléctrica brindados por Hidrandina, correspondiente al periodo mayo 2016 – marzo 2017.

Tabla 07: Parámetros Eléctricos de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C.

Mes	Energía Activa Total (KW.h)	Energía Activa HP (KW.h)	Energía Activa HFP (KW.h)	Energía Reactiva (KVAR.h)	Potencia Activa HP (KW)	Potencia Activa HFP (KW)	Factor de Potencia	Potencia Reactiva HP (KVAR)	Potencia Reactiva HFP (KVAR)
mayo-16	19,095.75	147.6	18,948.15	12,521.4	7.38	105.16	0.836	4.84	68.9727
junio-16	16,322.1	159.9	16,162.20	11,488.2	14.14	110.7	0.817	9.93	77.931
julio-16	15,215.1	141.45	15,073.65	9,526.35	16.61	101.47	0.847	10.41	63.55
agosto-16	17,646.08	181.28	17,464.8	12,528.55	19.68	106.26	0.815	13.97	75.576
septiembre-16	17,991.22	151.04	17,840.18	12,929.32	14.27	100.63	0.812	10.26	72.33
octubre-16	15,748.95	154.1	15,594.86	10,528.81	3.86	100.46	0.831	2.58	67.17
noviembre-16	14,548.34	101.92	14,446.37	9,751.39	2.81	90.78	0.83	1.88	60.863
diciembre-16	19,996.46	128.79	19,867.67	13,734.31	10.65	107.79	0.824	7.32	74.034
enero-17	16,957.42	122.39	16,835.13	10,658.08	4.827	95.52	0.846	3.03	60.054
febrero-17	15,795.39	107.85	15,687.54	9,349.29	3.843	85.94	0.86	2.27	50.88
marzo-17	16,839	127	16,711	11,158	6	96	0.833	3.97	63.612
Promedio	16,923.25	138.48	16,784.69	11,288.52	9.46	100.07	0.832	6.41	66.82

Fuente: Curtiembre Piel Trujillo S.A.C

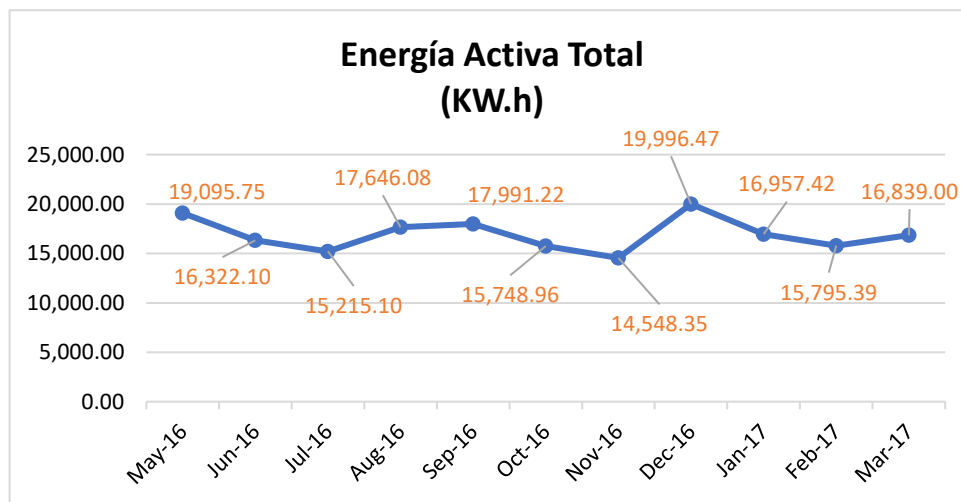


Figura 15: Resumen de energía activa total periodo may-2016 a mar-2017

Fuente: Tabla 07

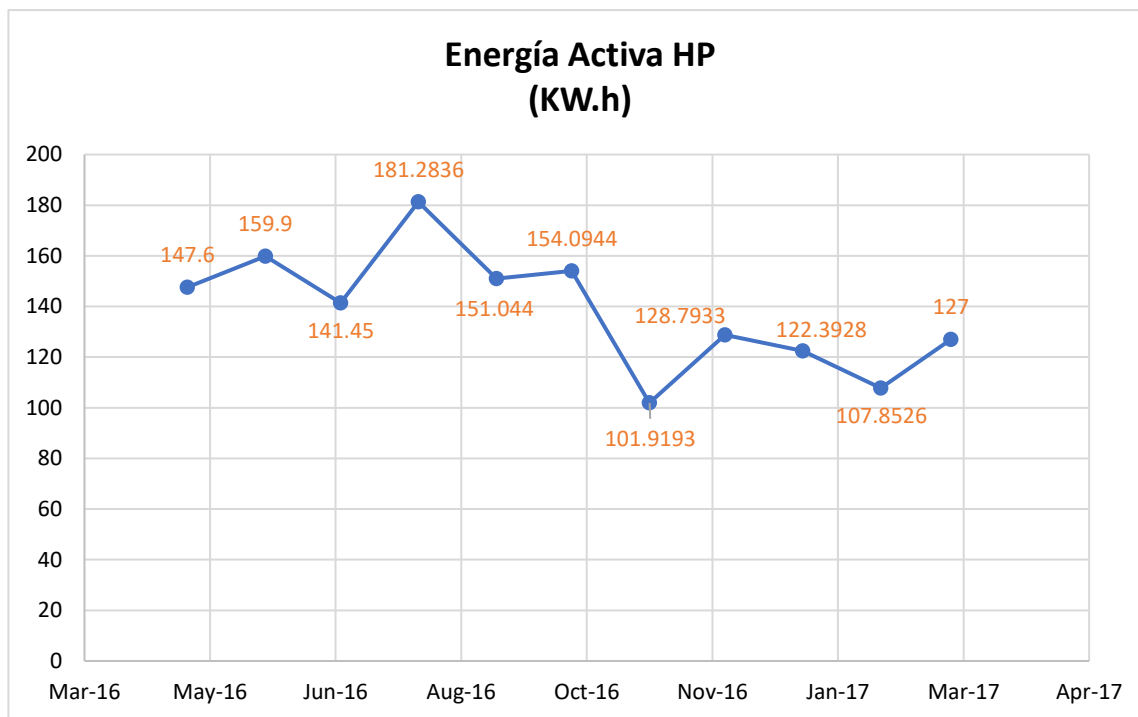


Figura 16: Resumen de energía activa en HP periodo may-2016 a mar-2017

Fuente: Tabla 07

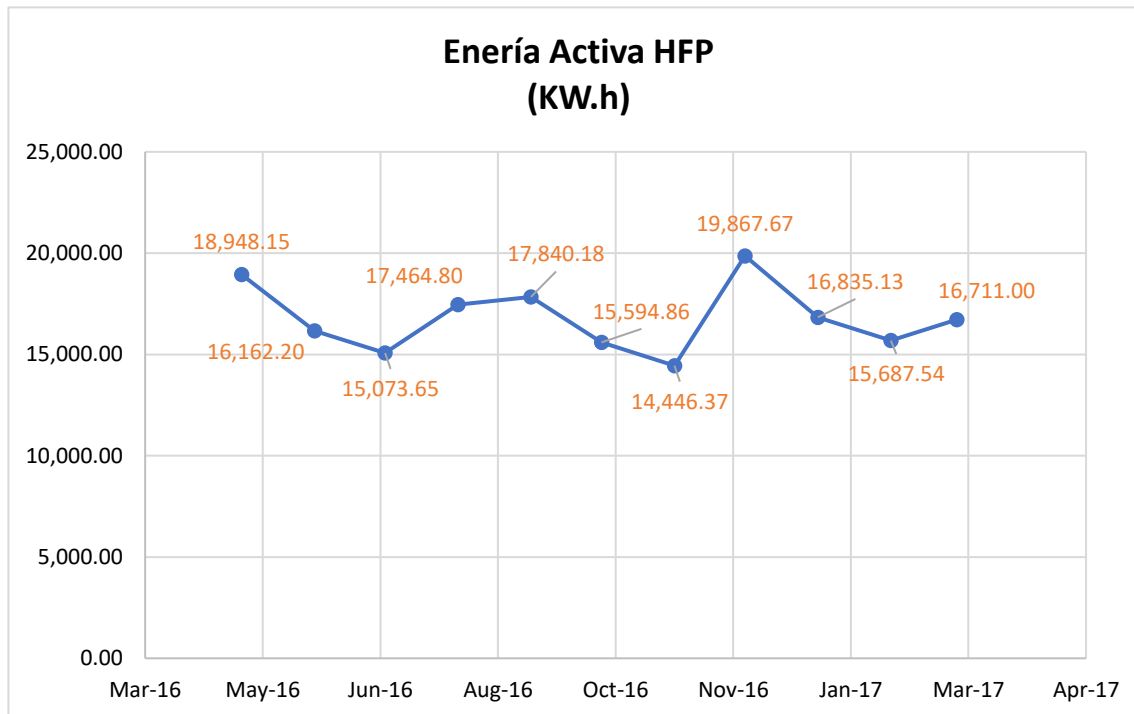


Figura 17: Resumen de energía activa en HFP periodo may-2016 a mar-2017

Fuente: Tabla 07

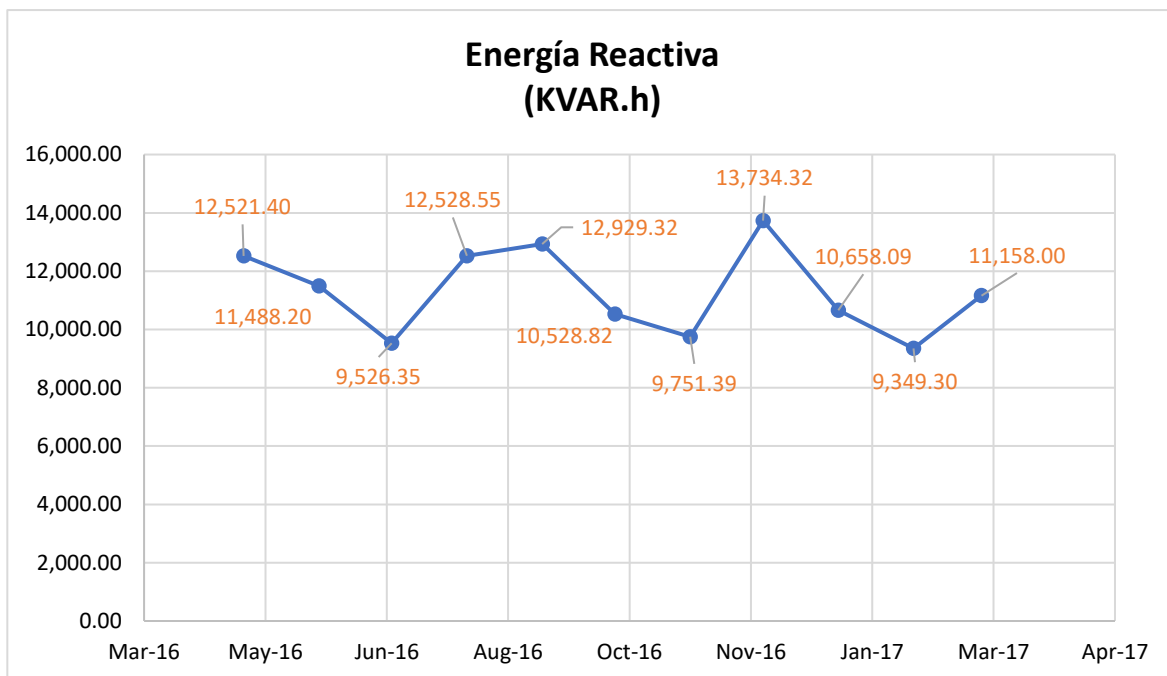


Figura 18: Resumen de energía Reactiva periodo may-2016 a mar-2017

Fuente: Tabla 07

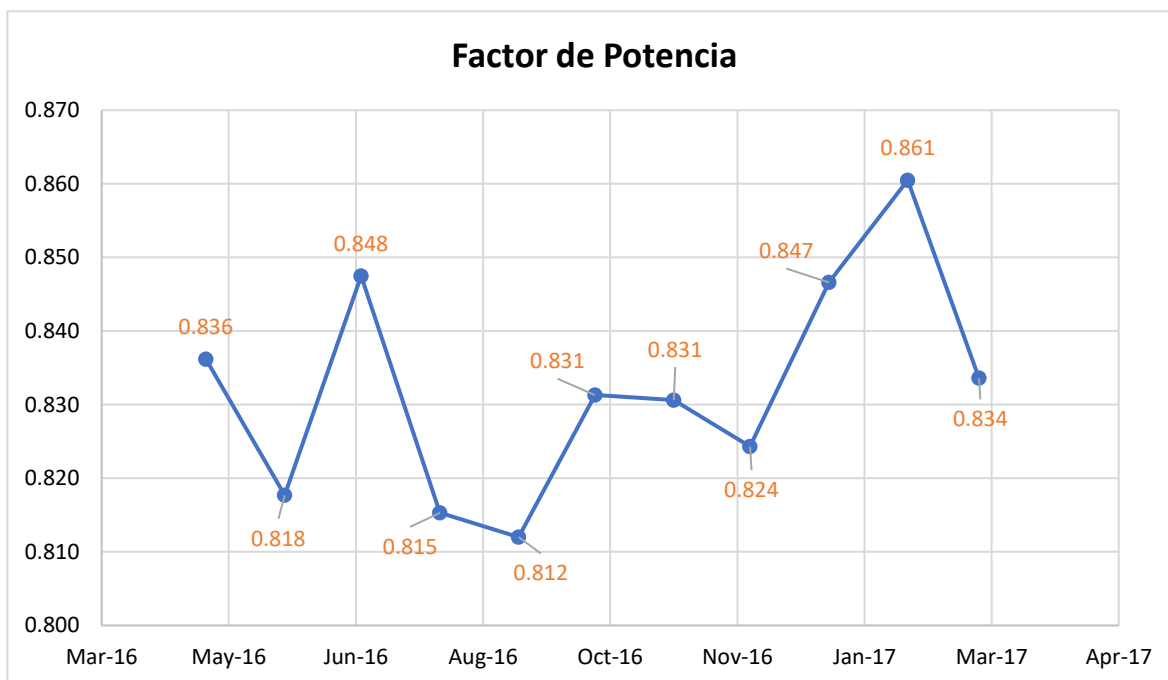


Figura 19: Resumen del factor de potencia periodo may-2016 a mar-2017

Fuente: Tabla 07

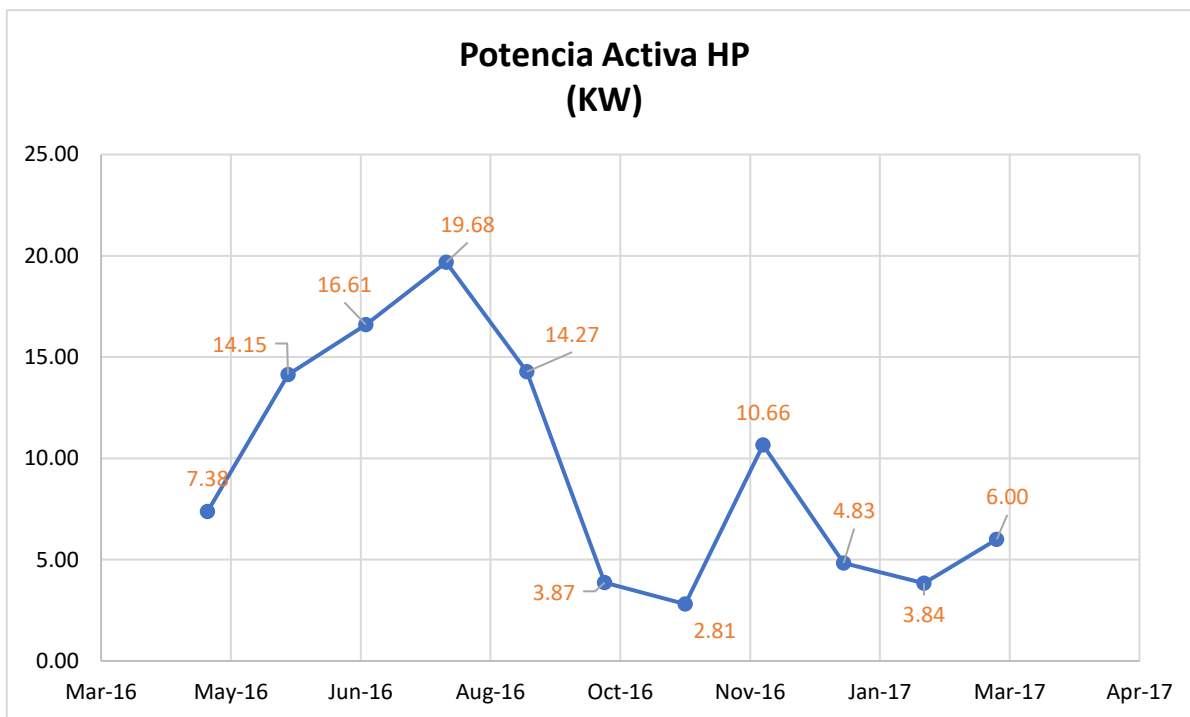


Figura 20: Resumen de Potencia activa en HP periodo may-2016 a mar-2017

Fuente: Tabla 07

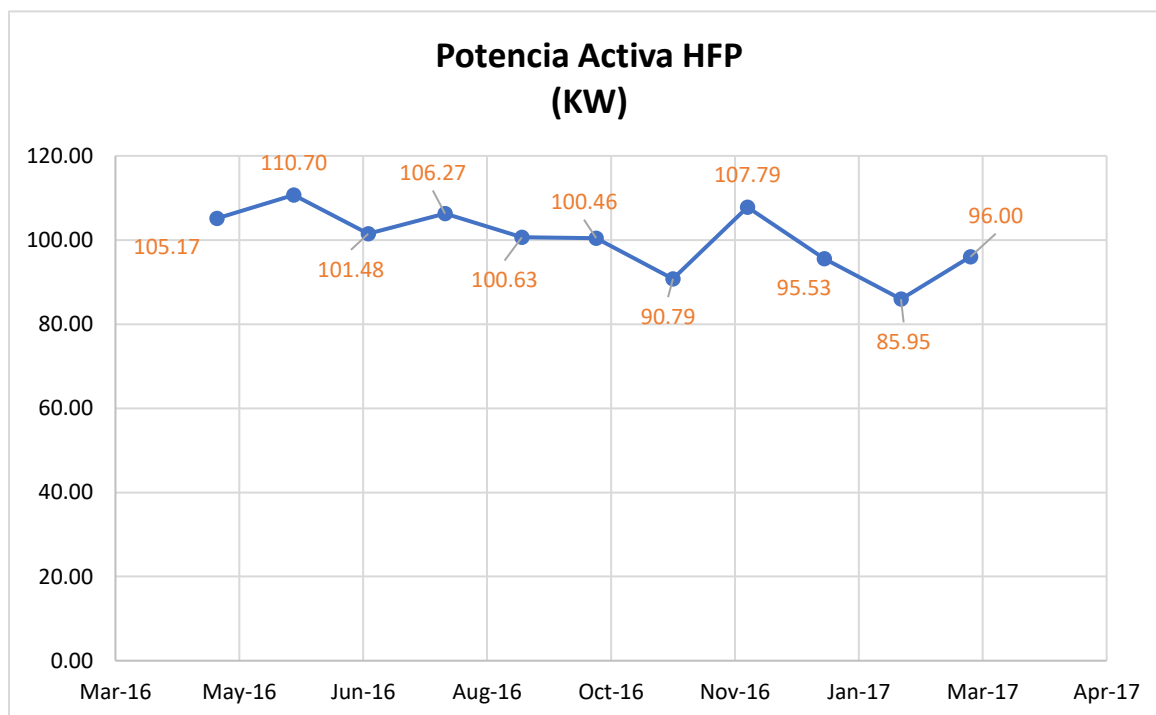


Figura 21: Resumen de Potencia activa en HFP periodo may-2016 a mar-2017

Fuente: Tabla 07

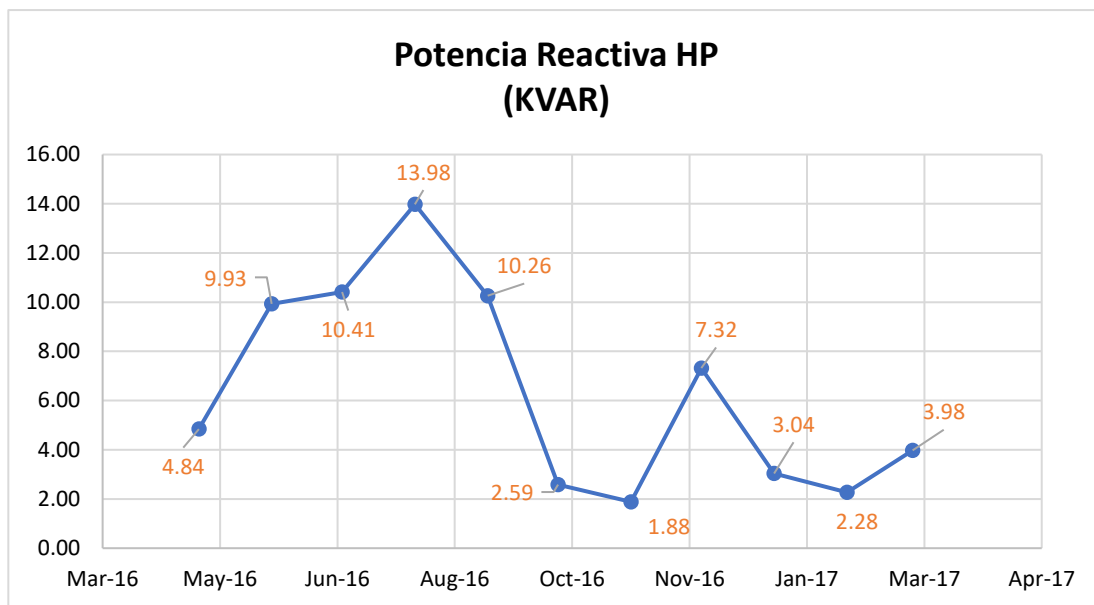


Figura 22: Resumen de Potencia Reactiva en HP periodo may-2016 a mar-2017

Fuente: Tabla 07

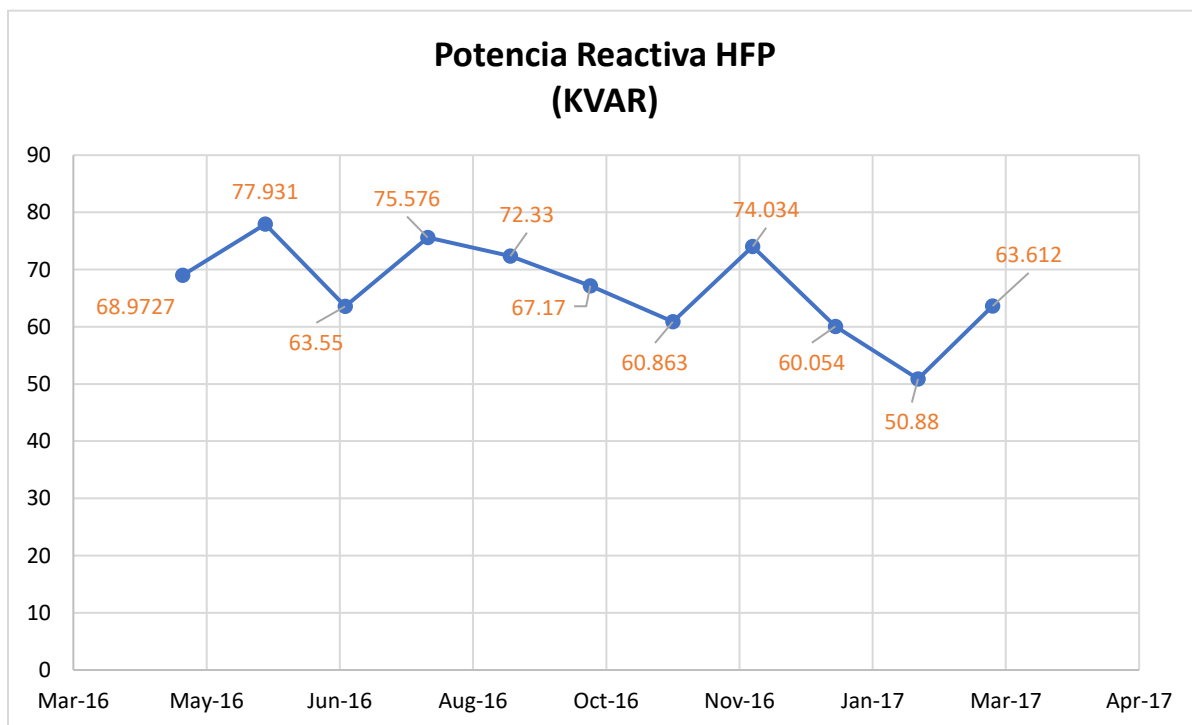


Figura 23: Resumen de Potencia Reactiva en HFP periodo may-2016 a mar-2017

Fuente: Tabla 07

Tabla 08: Balance de energía Activa – Reactiva periodo may-2016 a mar-2017.

Mes	Energía Activa Total (KW.h)	Energía Reactiva (KVAR.h)	Potencia Reactiva (%)
mayo-16	19,095.75	12,521.4000	65.57 %
junio-16	16,322.10	11,488.2000	70.38 %
julio-16	15,215.10	9,526.3500	62.61 %
agosto-16	17,646.08	12,528.5525	71 %
septiembre-16	17,991.22	12,929.3234	71.86 %
octubre-16	15,748.96	10,528.8185	66.85 %
noviembre-16	14,548.35	9,751.3908	67.03 %
diciembre-16	19,996.47	13,734.3153	68.68 %
enero-17	16,957.42	10,658.0853	62.85 %
febrero-17	15,795.39	9,349.2977	59.19 %
marzo-17	16,839.00	11,158.0000	66.26 %
Promedio	16,923.26	11,288.52	60.67 %

En la tabla 08 se observa que en todos los meses el consumo de potencia reactiva sobrepasa el 30% permitido por la concesionaria, ocasionando un pago por exceso de consumo de energía reactiva, este pago se puede controlar haciendo la corrección del factor de potencia mediante la instalación de un banco de condensadores.

3.3. Análisis de la subestación principal de la Curtiembre:

Datos del Transformador marca ABB:

- Potencia nominal : 320 KVA
- Tensión : 10 / 0.40 KV
- Corriente : 18.5 / 461.9 A
- Frecuencia : 60 Hz
- Grupo de Conexión : Dyn5
- Numero de Fases : 3
- Numero de Terminales
 - Lado Primario : 3
 - Lado Secundario : 3
- Tensión de cortocircuito : 4.7 %
- Nivel de aislamiento
 - Lado Primario : 28 KV
 - Lado Secundario : 3 KV
- Enfriamiento : ONAN
- Aceite : Electrolube
- Norma : ITINTEC 370.002
- Año de Fabricación : 1996

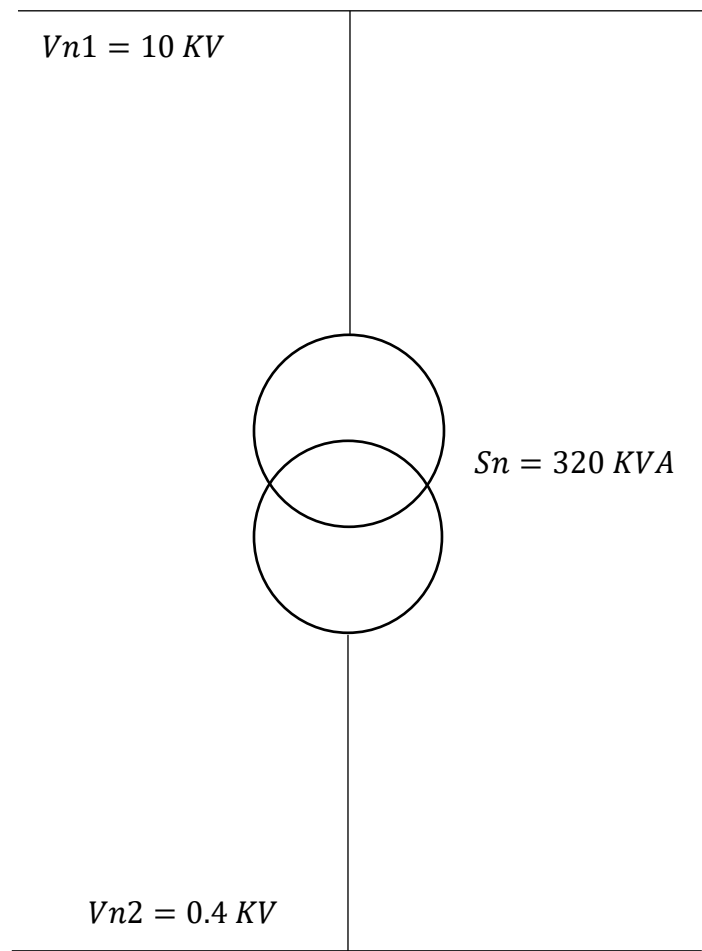


Figura 24: Esquema del transformador de distribución.

a) Intensidad Nominal a la entrada del transformador (I_{1n}):

$$I_{1n} = \frac{P_{n1} (VA)}{\sqrt{3} * (V_{n1})}$$

$$I_{1n} = \frac{320000 VA}{\sqrt{3} * 10000 V}$$

$$I_{1n} = 18.5 A$$

b) Intensidad Nominal a la salida del transformador (I_{2n}):

$$I_{2n} = \frac{P_{n2} (VA)}{\sqrt{3} * (V_{n2})}$$

$$I_{2n} = \frac{320000 VA}{\sqrt{3} * 400 V}$$

$$I_{2n} = 461.9 A$$

c) Intensidad Total de operación (I_2):

Tabla 09: Valores promedio de la facturación eléctrica

	Potencia Activa HP (KW)	Potencia Activa HFP (KW)	Potencia Reactiva HP (KVAR)	Potencia Reactiva HFP (KVAR)	Factor de Potencia
Mes					
Promedio	9.46	100.07	6.42	66.82	0.832

Fuente: Facturación eléctrica Piel Trujillo S.A.C.

Para determinar la intensidad total de operación (I_2), debemos determinar la intensidad en horas punta y la intensidad en horas fuera de punta con los datos mostrados en la tabla 08, que fueron obtenidos de la facturación eléctrica de la Curtiembre.

Intensidad en horas punta:

$$I_{HP} = \frac{P_{HP} (W)}{\sqrt{3} * (V_{n2}) * \cos \varphi}$$

$$I_{HP} = \frac{9460 W}{\sqrt{3} * 400 V * 0.832}$$

$$I_{HP} = 16.41 A$$

Intensidad en horas fuera de punta:

$$I_{HFP} = \frac{P_{HFP} (W)}{\sqrt{3} * (V_{n2}) * \cos \varphi}$$

$$I_{HFP} = \frac{100070 W}{\sqrt{3} * 400 V * 0.832}$$

$$I_{HFP} = 173.60 A$$

Entonces la intensidad de operación será:

$$I_2 = \frac{(I_{HP} + I_{HFP}) A}{2}$$

$$I_2 = \frac{(16.41 + 173.60) A}{2}$$

$$I_2 = 95 A$$

d) Índice de carga de operación del Transformador (α_{oper}):

$$\alpha_{oper} = \frac{I_2}{I_{2n}} * 100 \%$$

$$\alpha_{oper} = \frac{I_2}{I_{2n}} * 100 \%$$

$$\alpha_{oper} = \left(\frac{95 A}{461.9 A} \right) * 100 \%$$

$$\alpha_{oper} = 20.56 \%$$

Donde:

I_2 : Intensidad total de operación.

I_{2n} : Intensidad Nominal a la salida del Transformador.

Se concluye que, en transformador opera a 20.56 % de carga.

e) Rendimiento de operación del Transformador:

Para calcular el rendimiento de operación del transformador se debe tener en cuenta las pérdidas de potencia nominal en el cobre o también conocidas como perdidas por efecto Joule y las perdidas en el hierro o también conocidas como pérdidas en vacío, que para el caso del transformador de la Curtiembre con una potencia de 320 KVA son: $P_{nCu} = 3.900 \text{ KW}$ y $P_{Fe} = 0.77 \text{ KW}$. Ver anexo B.

$$\eta_{Oper Tr.} [\%] = \frac{S_n [KVA] * \cos \varphi * \alpha_{oper}}{S_n [KVA] * \cos \varphi * \alpha_{oper} + P_{Fe} [KW] + \alpha_{oper}^2 * P_{nCu} [KW]}$$
$$\eta_{Oper Tr.} [\%] = \frac{320 \text{ KVA} * 0.832 * 0.2056}{320 [KVA] * 0.832 * 0.2056 + 0.77 [KW] + (0.2056)^2 * 3.9 [KW]} * 100$$
$$\eta_{Oper Tr.} = 98.32 \%$$

Para aumentar el rendimiento del transformador se recomienda mejorar el factor de potencia de la instalación eléctrica.

f) Rendimiento máximo del Transformador:

Para calcular el rendimiento máximo del transformador primero necesitamos hallar el índice de carga óptimo.

Índice De Carga Optimo (α_{opt}):

$$\alpha_{opt} = \sqrt{\left(\frac{P_{fe}}{P_{ncu}}\right)} * 100 \%$$

$$\alpha_{opt} = \sqrt{\left(\frac{0.77}{3.9}\right)} * 100 \%$$

$$\alpha_{opt} = 44.43 \%$$

Donde:

P_{Fe} : Potencia perdida en el hierro.

P_{nCu} : Potencia nominal perdida en el cobre.

Una vez obtenido el índice de carga optimo, usamos la siguiente fórmula para calcular el rendimiento máximo del transformador:

$$\eta_{Max Tr.}[\%] = \frac{S_n[KVA] * \cos \varphi * \alpha_{opt}}{S_n[KVA] * \cos \varphi * \alpha_{opt} + P_{Fe}[KW] + \alpha_{opt}^2 * P_{nCu}[KW]} * 100$$

$$\eta_{Max Tr.}[\%] = \frac{320 KVA * 0.832 * 0.4443}{320 [KVA] * 0.832 * 0.4443 + 0.77 [KW] + (0.4443)^2 * 3.9 [KW]} * 100$$

$$\eta_{max transf.} = 98.71 \%$$

Se deduce que el transformador de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C no está operando a su máximo rendimiento ya que, el rendimiento máximo del transformador es mayor que el rendimiento con que está operando ($\eta_{máximo} > \eta_{operación}$).

3.4. Estudio de mejora del factor de potencia del sistema eléctrico:

El factor de potencia promedio de la empresa se estima teniendo en cuenta valores obtenidos del consumo de energía activa y energía reactiva promedio de la facturación eléctrica de la empresa comprendido entre el periodo de mayo 2016 – marzo 2017 con la siguiente formula:

$$\text{Factor de Potencia} = \cos \varphi$$

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{\text{Energía Reactiva}_{\text{promedio}}}{\text{Energía Activa}_{\text{promedio}}}$$

$$\therefore \varphi = \tan^{-1} \frac{11,288.5212}{16,923.2579} = 33.705$$

$$\cos 33.705 = \mathbf{0.832}$$

El valor promedio del factor de potencia ($\cos \varphi$) actual de la empresa entre el periodo mayo 2016 – marzo 2017 es de 0.832 el cual es realmente bajo provocando que la empresa tenga que pagar por consumo de energía reactiva.

Tabla 10: Factor de Potencia mayo 2016 – marzo 2017.

Mes	Factor de Potencia
may-16	0.8362
jun-16	0.8177
jul-16	0.8475
ago-16	0.8153
sep-16	0.812
oct-16	0.8313
nov-16	0.8306
dic-16	0.8243
ene-17	0.8466
feb-17	0.8605
mar-17	0.8336

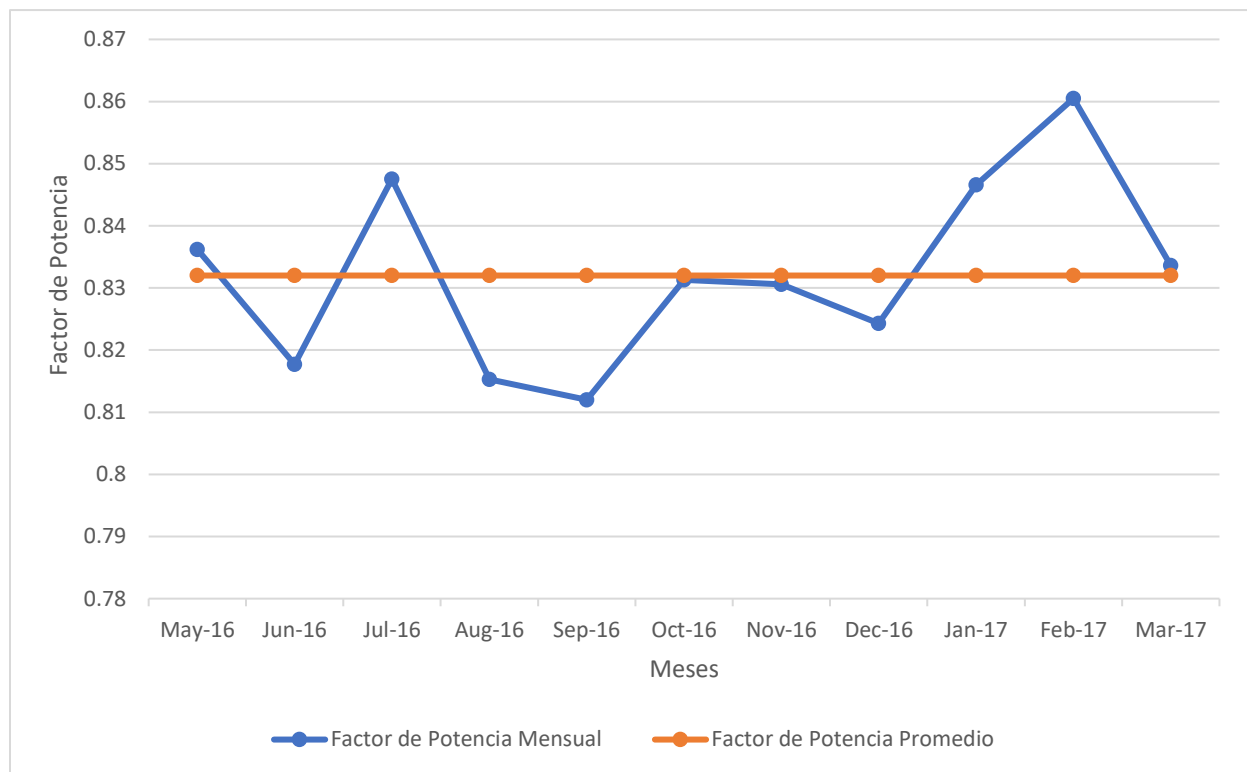


Figura 25: Variación del Factor de Potencia

Fuente: Tabla N° 10

Una vez obtenido el factor de potencia promedio actual como se muestra en la figura 25, lo siguiente será realizar la compensación de energía reactiva con valores máximos para verificar el dimensionamiento del banco de condensadores actual que tiene una capacidad de 110 KVAR.

3.4.1. Dimensionamiento del banco de condensadores trifásico para valores máximos:

Datos del Transformador marca ABB:

- Potencia del transformador: 320 KVA
- Tensión de entrada: 10 KV
- Tensión de salida: 0.4 KV
- Grupo de conexión: Dyn5
- Norma: ITINTEC 370.002
- Factor de potencia actual: 0.832
- Factor de potencia deseado: 0.99
- Rendimiento del transformador a plena carga: 97.5%

a) *Potencia activa entregada por el Transformador:*

$$P_{max}[KW] = S_{Transf}[KVA] * \cos \varphi * \eta_{transf}$$

$$P_{max} = 320 [KVA] * 0.832 * 0.975$$

$$P_{max} = 259.584 [KW]$$

b) *Potencia reactiva sin compensación:*

$$Q_{max}[KVAR] = P_{max}[KW] * \tan \varphi$$

Donde:

$$\varphi = \cos^{-1} 0.832$$

$$\varphi_1 = 33.69^\circ$$

∴

$$Q_{max}[KVAR] = 259.584 [KW] * \tan 33.69$$

$$Q_{max} = 173.05 [KVAR]$$

c) Potencia aparente máxima del transformador:

$$S_{T1}[KVA] = \sqrt{(P_T)^2[KW] + (Q_T)^2[KVAR]}$$

$$S_{T1}[KVA] = \sqrt{(259.584)^2[KW] + (173.05)^2[KVAR]}$$

$$S_{T1} = 311.97 [KVA]$$

d) Triangulo de potencias antes de la compensación:

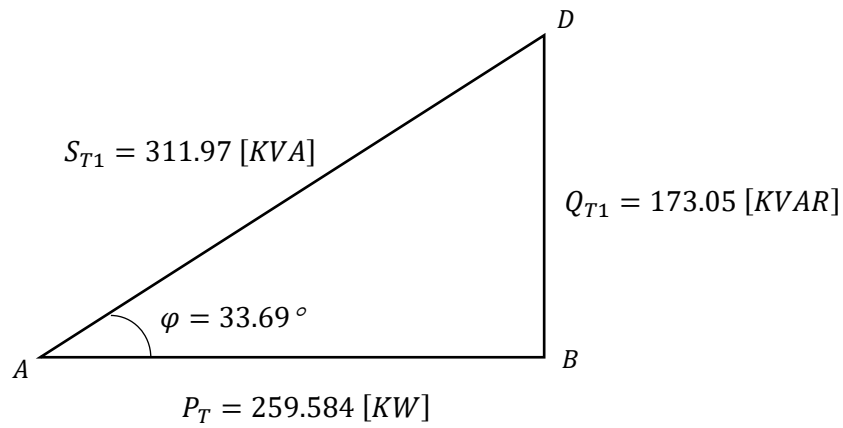


Figura 26: Triangulo de Potencias con valores máximos.

e) Intensidad total antes de la compensación:

$$I_{T1}[A] = \frac{S_{T1} [VA]}{\sqrt{3} * 400 [V]}$$

$$I_{T1}[A] = \frac{311970 [VA]}{\sqrt{3} * 400 [V]}$$

$$I_{T1} = 450.29 [A]$$

Para dejar de pagar energía reactiva consideramos un $\cos \varphi = 0.99$

$$\varphi = \cos^{-1} 0.99$$

$$\varphi = 8.11^\circ$$

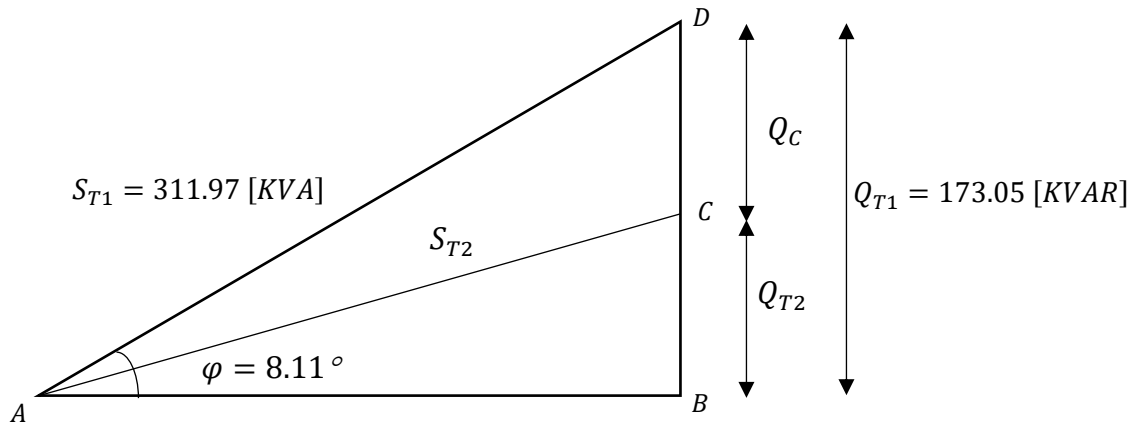


Figura 27: Triangulo de Compensación.

f) Potencia reactiva que puede consumir sin facturar:

$$Q_{T2}[\text{KVAR}] = P_T[\text{KW}] * \tan \varphi_2$$

$$Q_{T2}[\text{KVAR}] = 259.584 [\text{KW}] * \tan 8.11^\circ$$

$$Q_{T2} = 36.99 [\text{KVAR}]$$

g) Potencia necesaria Q_C del banco de condensadores:

$$Q_C \text{ [KVAR]} = Q_{T1} \text{ [KVAR]} - Q_{T2} \text{ [KVAR]}$$

$$Q_C \text{ [KVAR]} = 173.05 - 36.99$$

$$Q_C = 136 \text{ [KVAR]}$$

Concluimos que, el banco de condensadores instalado en la empresa con una capacidad de 110 KVAR está mal dimensionado ya que, la capacidad del banco de condensadores necesaria para no pagar energía reactiva es de 136 KVAR.

h) Potencia aparente después de la compensación:

$$S_{T2} \text{ [KVA]} = \sqrt{(P_T)^2 \text{ [KW]} + (Q_{T2})^2 \text{ [KVAR]}}$$

$$S_{T2} \text{ [KVA]} = \sqrt{(259.584)^2 \text{ [KW]} + (36.99)^2 \text{ [KVAR]}}$$

$$S_{T2} = 262.20 \text{ [KVA]}$$

i) Triangulo de potencias después de la compensación:

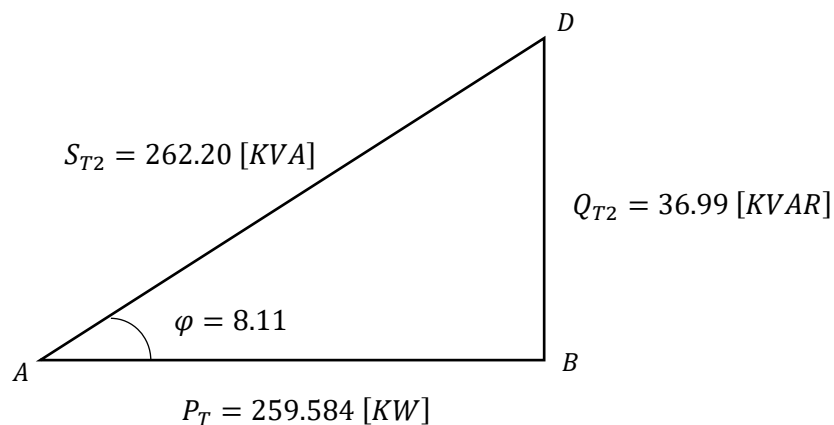


Figura 28: Triangulo de Potencias después de la compensación.

j) Intensidad total después de la compensación:

$$I_{T2}[A] = \frac{S_{T2} [VA]}{\sqrt{3} * 400 [V]}$$

$$I_{T2}[A] = \frac{262200 [VA]}{\sqrt{3} * 400 [V]}$$

$$I_{T2} = 378.453 [A]$$

k) Reducción de intensidad obtenida después de la compensación:

$$\Delta I(\%) = \frac{I_{T1} - I_{T2}}{I_{T1}} * 100$$

$$\Delta I(\%) = \frac{450.29 - 378.453}{378.453} * 100$$

$$\Delta I(\%) = 18.98 \cong 19\%$$

Se puede ver que la intensidad se reduce en un 19% después de la compensación de un banco de condensadores esto conlleva a una reducción de la sección del conductor, menor consumo de energía y nos brinda mayor seguridad contra sobrecalentamientos e incendios ya que la temperatura del conductor también disminuye.

3.4.2. Análisis de las condiciones actuales de banco de condensadores:

La Curtiembre tiene instalado un banco de condensadores automático de 110 KVAR de los cuales 55 KVAR están fuera de servicio como se verifica en la figura 14, es por eso por lo que paga por consumo de energía reactiva.

Para determinar la potencia del banco de condensadores que el sistema eléctrico de la curtiembre necesita actualmente, se instaló un analizador de redes brindado por Hidrandina obteniéndose el diagrama de carga de la instalación eléctrica, según el inciso 4.0.2 de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos refiere que se deben realizar mediciones cada 15 minutos durante 7 días. Para este estudio tomaremos los datos medidos en un día, ver figura N° 29.

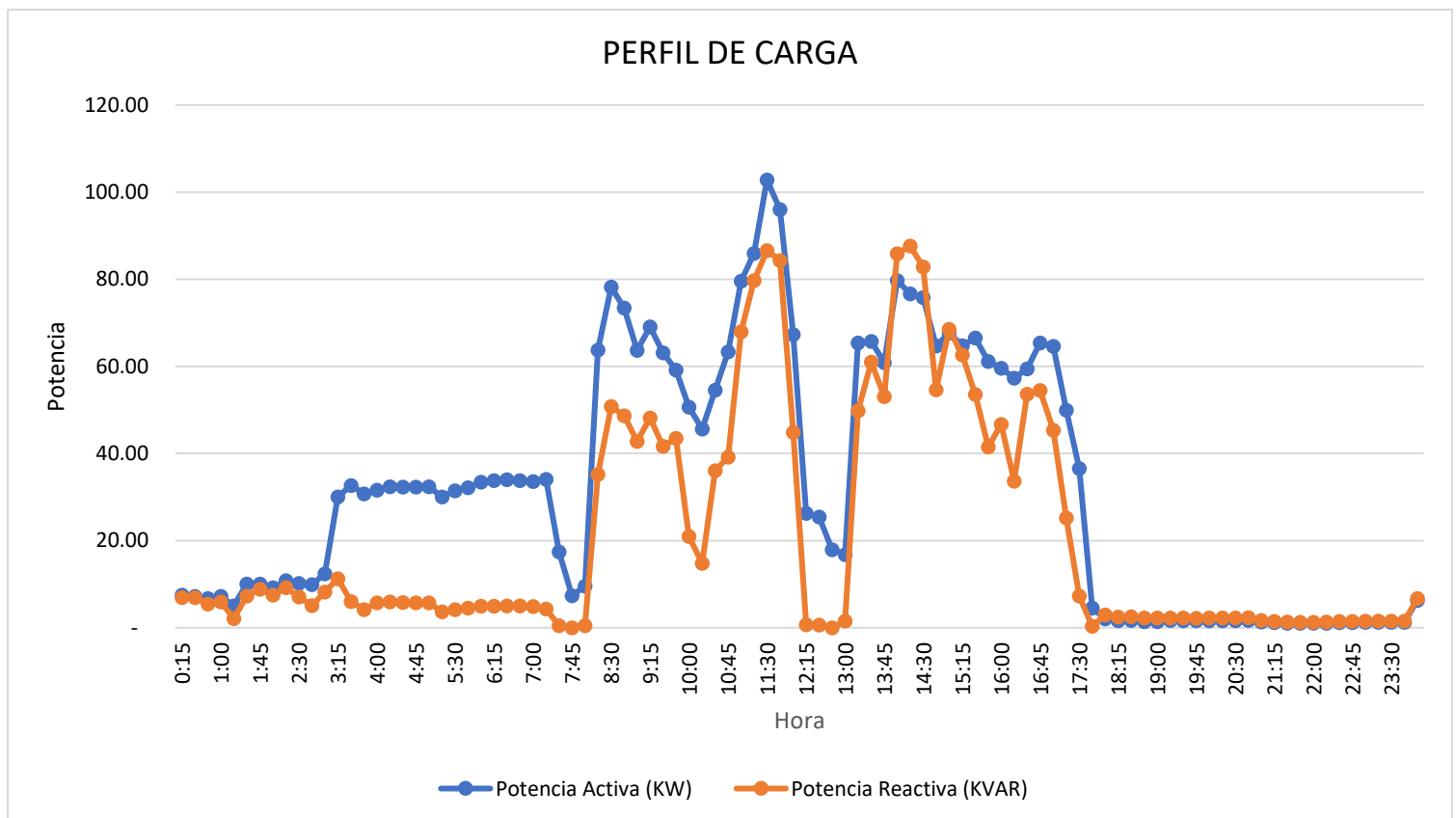


Figura 29: Diagrama de carga en una jornada laboral (08-09-2017)

Fuente: Tabla N° 11

Tabla 11: Potencia Activa y Reactiva en un Jornada Laboral (08-09-2017).

Hora	Potencia Activa (KW)	Potencia Reactiva (KVAR)	Hora	Potencia Activa (KW)	Potencia Reactiva (KVAR)	Hora	Potencia Activa (KW)	Potencia Reactiva (KVAR)
00:15	7.50	6.91	08:15	63.77	35.19	16:15	57.30	33.65
00:30	7.21	6.97	08:30	78.19	50.81	16:30	59.45	53.66
00:45	6.70	5.46	08:45	73.38	48.68	16:45	65.41	54.50
01:00	7.21	5.98	09:00	63.70	42.82	17:00	64.63	45.33
01:15	5.06	2.12	09:15	69.06	48.20	17:15	49.94	25.22
01:30	10.06	7.27	09:30	63.12	41.68	17:30	36.55	7.31
01:45	10.07	8.84	09:45	59.16	43.51	17:45	4.51	0.34
02:00	9.22	7.52	10:00	50.66	20.94	18:00	2.03	2.96
02:15	10.81	9.21	10:15	45.64	14.78	18:15	1.64	2.47
02:30	10.20	7.11	10:30	54.58	36.09	18:30	1.68	2.56
02:45	9.93	5.10	10:45	63.33	39.16	18:45	1.40	2.24
03:00	12.42	8.20	11:00	79.54	67.95	19:00	1.44	2.25
03:15	30.07	11.25	11:15	85.98	79.73	19:15	1.72	2.27
03:30	32.69	6.05	11:30	102.82	86.61	19:30	1.64	2.25
03:45	30.74	4.19	11:45	96.04	84.31	19:45	1.63	2.22
04:00	31.61	5.70	12:00	67.33	44.88	20:00	1.64	2.24
04:15	32.35	5.92	12:15	26.31	0.73	20:15	1.65	2.27
04:30	32.33	5.81	12:30	25.42	0.64	20:30	1.63	2.23
04:45	32.34	5.70	12:45	17.95	-	20:45	1.69	2.31
05:00	32.40	5.72	13:00	16.80	1.57	21:00	1.31	1.72
05:15	30.07	3.71	13:15	65.43	49.79	21:15	1.19	1.45
05:30	31.44	4.21	13:30	65.76	61.01	21:30	1.06	1.32
05:45	32.17	4.53	13:45	60.89	53.10	21:45	1.03	1.27
06:00	33.46	4.93	14:00	79.73	85.89	22:00	1.05	1.29
06:15	33.80	4.97	14:15	76.67	87.67	22:15	1.07	1.32
06:30	34.03	5.01	14:30	75.79	82.82	22:30	1.17	1.49
06:45	33.79	5.01	14:45	64.70	54.61	22:45	1.18	1.49
07:00	33.60	4.86	15:00	67.65	68.52	23:00	1.26	1.56
07:15	34.08	4.32	15:15	64.75	62.61	23:15	1.29	1.56
07:30	17.41	0.50	15:30	66.53	53.59	23:30	1.27	1.53
07:45	7.39	-	15:45	61.17	41.52	23:45	1.27	1.53
08:00	9.54	0.47	16:00	59.61	46.67	24:00:00	6.29	6.71

Fuente: Datos obtenidos por un analizador de redes de Hidrandina

La figura N° 29, muestra el perfil de carga de un día laboral donde se puede observar un pico elevado de potencia activa, este pico es generado por la operación simultanea de las máquinas de la Curtiembre en un periodo de 15 minutos. Esta es la demanda máxima que la concesionaria factura como si se consumiera durante el mes de manera constante, estos picos de máxima demanda se pueden controlar evitando el arranque simultaneo de varias máquinas eléctricas.

Se observa también que entre las 14:00 – 14:30 horas la potencia reactiva es superior a la potencia activa, siendo estos los valores más altos de potencia reactiva y que serán tomados en cuenta para dimensionar el banco de condensadores actual que la Curtiembre necesita instalar para dejar de pagar por consumo de energía reactiva.

Tomaremos como dato al valor más alto correspondiente a las 14:15 horas, potencia activa 76.67 KW y potencia reactiva 87.67 KVAR

- ***Cálculo de la Potencia aparente:***

$$S[KVA] = \sqrt{(P_T)^2[KW] + (Q_T)^2[KVAR]}$$

$$S[KVA] = \sqrt{(76.67)^2[KW] + (87.67)^2[KVAR]}$$

$$S_T = 116.466 [KVA]$$

- ***Cálculo del Factor de Potencia:***

$$\cos \varphi = \frac{P [KW]}{S[KVA]}$$

$$\cos \varphi = \frac{76.67 [KW]}{116.466[KVA]}$$

$$\cos \varphi = 0.684$$

$$\varphi = 46.84^\circ$$

Para dejar de pagar energía reactiva consideramos:

$$\cos \varphi = 0.99$$

$$\varphi = 8.11^\circ$$

- **Potencia reactiva que puede consumir sin facturar:**

$$Q_{T2} [KVAR] = P_T [KW] * \tan \varphi_2$$

$$Q_{T2} [KVAR] = 76.67 [KW] * \tan 8.11^\circ$$

$$Q_{T2} = 10.925 [KVAR]$$

- **Potencia necesaria Q_C del banco de condensadores:**

$$Q_C [KVAR] = Q_{T1} [KVAR] - Q_{T2} [KVAR]$$

$$Q_C [KVAR] = (87.67 - 10.925) [KVAR]$$

$$Q_C = 76.745 [KVAR]$$

Concluimos que, el banco de condensadores que la Curtiembre necesita instalar debe tener una capacidad de 80 KVAR sumado a esto los 55 KVAR que tiene instalado serian 135 KVAR, validando nuestro calculo anterior de dimensionamiento de un banco de condensadores global con una capacidad de 136 KVAR.

Este tipo de instalación es una instalación global donde podemos suprimir el consumo de energía eléctrica pero las perdidas por efecto Joule en los conductores eléctricos no disminuyen.

Para suprimir las perdidas por efecto Joule en los conductores eléctricos se recomienda una compensación individual ya que de esta forma optimizaremos la instalación eléctrica debido a que la corriente reactiva I_R será abastecida en el mismo lugar de consumo.

3.5. Verificación del Dimensionamiento de los Conductores Eléctricos:

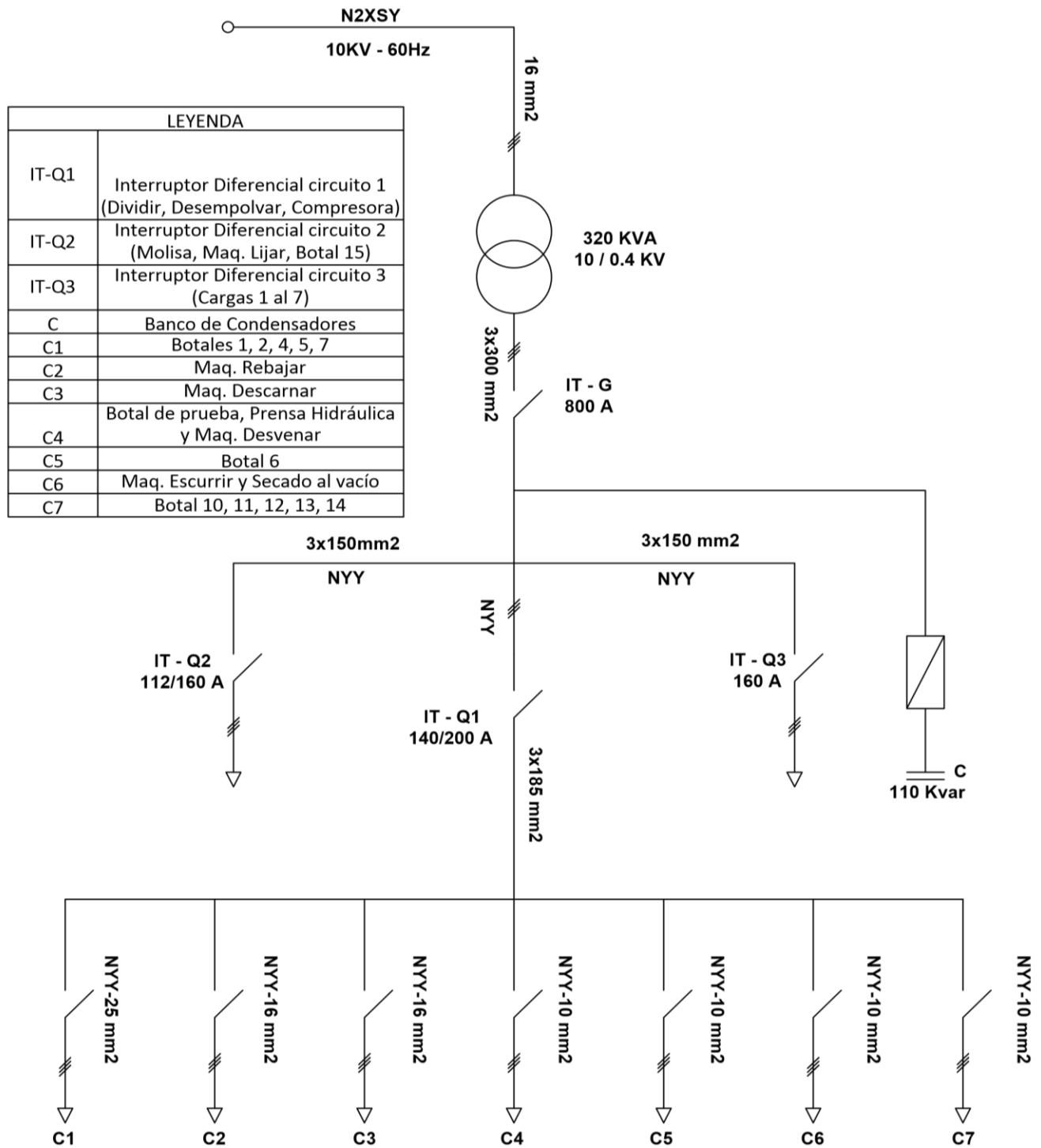


Figura 30: Esquema de Distribución Eléctrica Actual de la Curtiembre.

El Tablero IT – C1 tiene la siguiente distribución de cargas:

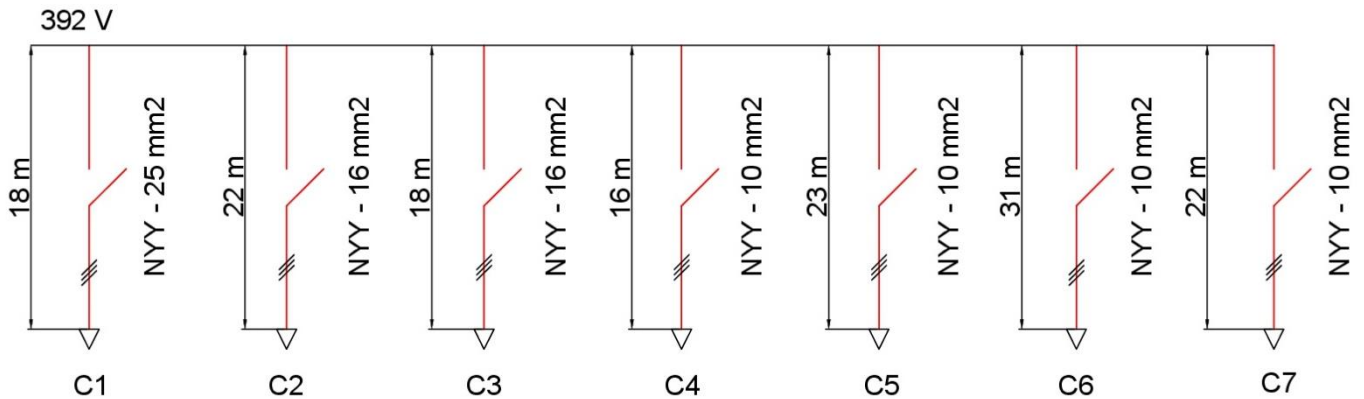


Figura 31: Distribución del Tablero IT – C1.

Tabla 12: Características eléctricas de conductores NYY.

Sección Nominal (mm ²)	Resistencia Conductor (Ohm/Km)		Reactancia Inductiva Ohm/Km a 60 Hz	Capacidad de Corriente (Amp)	
	c.c. a 20°C	c.a. a 80°C		Aire Libre 30°C	Enterrado Temp=20°C 100°C-cm/W
3x1,5	12,1	14,9	0,132	19	28
3x2,5	7,41	9,15	0,122	26	37
3x4	4,61	5,70	0,121	36	48
3x6	3,08	3,81	0,114	46	60
3x10	1,83	2,26	0,106	63	79
3x16	1,15	1,42	0,099	85	102
3x25	0,727	0,898	0,098	111	135
3x35	0,524	0,648	0,094	137	160
3x50	0,387	0,478	0,094	165	190
3x70	0,268	0,333	0,091	210	235
3x95	0,193	0,240	0,090	260	280
3x120	0,153	0,191	0,088	300	320
3x150	0,124	0,156	0,089	340	360
3x185	0,0991	0,126	0,089	390	405
3x240	0,0754	0,097	0,088	465	470
3x300	0,0601	0,079	0,087	525	530
3x400	0,0470	0,064	0,087	605	605
3x500	0,0366	0,052	0,086	705	685

Fuente: Catalogo de Conductores Eléctricos CEPER

a) Análisis conductor de la Carga C1:

Tipo de cable: NYY – Trifásico.

Sección Transversal: 25 mm²

Tipo de Instalación: Aérea.

Temperatura máxima de operación: 80°C

Potencia Total: 48.2 KW

- Intensidad de corriente en C1:

$$I_{T-C1}[A] = \frac{P_{C1}[W]}{\sqrt{3} * U[V] * \cos \varphi}$$

$$I_{T-C1}[A] = \frac{48200[W]}{\sqrt{3} * 392 [V] * 0.86}$$

$$I_{T-C1} = 82.54 [A]$$

- Intensidad de Diseño:

$$I_D = 1.25 * I_{T-C1}$$

$$I_D = 1.25 * 82.54 A = 103.175 A$$

Según el catálogo de conductores CEPER (ver tabla 12) el conductor eléctrico sería de 25 mm². Por lo tanto, el conductor eléctrico está bien dimensionado.

$$\% \text{ carga de operación del conductor} = \frac{I_{op} [A]}{I_N [A]}$$

$$\% \text{ carga de operación del conductor} = \frac{82.54 [A]}{111 [A]}$$

$$\text{carga de operación del conductor} = 74.36 \%$$

- **Temperatura de Operación del conductor C1:**

$$T_{Op-C1} [^{\circ}\text{C}] = T_0 + (T_{max} - T_0) * \left(\frac{I_{op}}{I_{Nom}} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$T_{Op-C1} [^{\circ}\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{82.54}{111} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$55.41^{\circ}\text{C} \leq 80^{\circ}\text{C}$$

La temperatura de operación 55.41 °C es menor a la temperatura máxima del conductor 80°C, podemos decir que hay seguridad desde el punto de vista de temperatura.

- **Caída de tensión en el conductor C1:**

$$\Delta U_{C1} [V] = K * I_N * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

Dónde:

R = Resistencia del conductor = $0.727 \frac{\Omega}{Km}$, ver tabla 12

X = Inductancia del conductor = $0.098 \frac{\Omega}{Km}$, ver tabla 12

L = Longitud del conductor [Km]

ΔU = Caída de Tensión [V]

K = Constante de tipo de alimentación = 3 por ser sistema trifásico.

I_N = Corriente Nominal de la Instalación.

φ = Angulo de Fase de la impedancia de la carga.

$$\Delta U_{C1} [V] = 3 * 82.54 A * 0.018 Km * \left(0.727 \frac{\Omega}{Km} * \cos 30.68^{\circ} + 0.098 \frac{\Omega}{Km} * \sin 30.68^{\circ} \right)$$

$$\Delta U_{C1} = 3.01 [V]$$

- **Potencia perdida en el conductor NYY – 25 mm²**

$$P_{P-NYY 25 mm^2} = \sqrt{3} * \Delta V_{Cond} * I_L * \cos \varphi$$

$$P_{P-NYY 25 mm^2} = \sqrt{3} * 3.01 [V] * 82.54 [A] * 0.86$$

$$P_{P-NYY 25 mm^2} = 370.1 W$$

- **Rendimiento del Conductor C1:**

$$\eta_{cond\ NYY-25mm^2}[\%] = \frac{P_U[KW]}{P_T[KW]}$$

Dónde:

$$P_U[KW] = P_T - P_P$$

$$P_U = 48.20\ KW - 0.3701\ KW$$

$$P_U = 47.83\ KW$$

∴

$$\eta_{cond\ NYY-25mm^2}[\%] = \frac{47.83[KW]}{48.20[KW]}$$

$$\eta_{cond\ NYY-25mm^2} = 99.23\ \%$$

b) Análisis conductor de la Carga C2:

Tipo de cable: NYY – Trifásico.

Sección Transversal: 16 mm²

Tipo de Instalación: Aérea.

Temperatura máxima de operación: 80°C

Potencia Total: 37.3 KW

- **Intensidad de corriente en C2:**

$$I_{T-C2}[A] = \frac{P_{C2}[W]}{\sqrt{3} * U[V] * \cos \varphi}$$

$$I_{T-C2}[A] = \frac{37300[W]}{\sqrt{3} * 392 [V] * 0.88}$$

$$I_{T-C2} = 62.42 [A]$$

- **Intensidad de Diseño:**

$$I_D = 1.25 * I_{T-C2}$$

$$I_D = 1.25 * 62.42\ A = 78.025\ A$$

Según el catálogo de conductores CEPER (ver tabla 12) el conductor eléctrico sería de 16 mm². Por lo tanto, el conductor eléctrico está bien dimensionado.

$$\% \text{ carga de operación del conductor} = \frac{I_{op} [A]}{I_N [A]}$$

$$\% \text{ carga de operación del conductor} = \frac{62.42 [A]}{85 [A]}$$

$$\text{carga de operación del conductor} = 73.43 \%$$

- **Temperatura de Operación del conductor C2:**

$$T_{Op-C2} [^{\circ}\text{C}] = T_0 + (T_{max} - T_0) * \left(\frac{I_{op}}{I_{Nom}} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$T_{Op-C2} [^{\circ}\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{62.42}{85} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$54.66^{\circ}\text{C} \leq 80^{\circ}\text{C}$$

La temperatura de operación 56.66 °C es menor a la temperatura máxima del conductor 80°C, podemos decir que hay seguridad desde el punto de vista de temperatura.

- **Caída de tensión en el conductor C2:**

$$\Delta U_{C2} [V] = K * I_N * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

Dónde:

$$R = \text{Resistencia del conductor} = 1.15 \frac{\Omega}{Km}, \text{ ver tabla 12}$$

$$X = \text{Inductancia del conductor} = 0.099 \frac{\Omega}{Km}, \text{ ver tabla 12}$$

$$L = \text{Longitud del conductor} [Km]$$

$$\Delta U = \text{Caída de Tensión} [V]$$

$$K = \text{Constante de tipo de alimentación} = 3 \text{ por ser sistema trifásico.}$$

$$I_N = \text{Corriente Nominal de la Instalación.}$$

$$\varphi = \text{Angulo de Fase de la impedancia de la carga.}$$

$$\Delta U_{C2} [V] = 3 * 62.42 A * 0.022 Km * \left(1.15 \frac{\Omega}{Km} * \cos 28.35^\circ + 0.099 \frac{\Omega}{Km} * \sin 28.35^\circ \right)$$

$$\Delta U_{C2} = 4.36 [V]$$

- **Potencia perdida en el conductor NYY – 16 mm²**

$$P_{P-NYY 16 mm^2} = \sqrt{3} * \Delta V_{Cond} * I_L * \cos \varphi$$

$$P_{P-NYY 16 mm^2} = \sqrt{3} * 4.36 [V] * 62.42 [A] * 0.88$$

$$P_{P-NYY 16 mm^2} = 414.81 W$$

- **Rendimiento del Conductor C2:**

$$\eta_{cond NYY-16mm^2} [\%] = \frac{P_U [KW]}{P_T [KW]}$$

Dónde:

$$P_U [KW] = P_T - P_P$$

$$P_U = 37.3 KW - 0.41481 KW$$

$$P_U = 36.88 KW$$

∴

$$\eta_{cond NYY-16mm^2} [\%] = \frac{36.88 [KW]}{37.3 [KW]}$$

$$\eta_{cond NYY-16mm^2} = 98.87 \%$$

c) Análisis conductor de la Carga C3:

Tipo de cable: NYY – Trifásico.

Sección Transversal: 16 mm²

Tipo de Instalación: Aérea.

Temperatura máxima de operación: 80°C

Potencia Total: 44.76 KW

- **Intensidad de corriente en C3:**

$$I_{T-C3}[A] = \frac{P_{C3}[W]}{\sqrt{3} * U[V] * \cos \varphi}$$

$$I_{T-C3}[A] = \frac{44760 [W]}{\sqrt{3} * 392 [V] * 0.89}$$

$$I_{T-C3} = 74.071 [A]$$

- **Intensidad de Diseño:**

$$I_D = 1.25 * I_{T-C3}$$

$$I_D = 1.25 * 74.071 A = 92.58 A$$

Según el catálogo de conductores CEPER (ver tabla 12) el conductor eléctrico sería de 25 mm². Por lo tanto, el conductor eléctrico de la carga C3 debe ser redimensionado al no cumplir con las especificaciones del CNE.

$$\% \text{ carga de operación del conductor} = \frac{I_{op} [A]}{I_N [A]}$$

$$\% \text{ carga de operación del conductor} = \frac{74.071 [A]}{85 [A]}$$

$$\text{carga de operación del conductor} = 87.14 \%$$

- **Temperatura de Operación del conductor C3:**

$$T_{Op-C3}[^{\circ}\text{C}] = T_0 + (T_{max} - T_0) * \left(\frac{I_{op}}{I_{Nom}} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$T_{Op-C3}[^{\circ}\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{74.071}{85} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$66.76^{\circ}\text{C} \leq 80^{\circ}\text{C}$$

La temperatura de operación 66.76°C, es menor a la temperatura máxima del conductor 80°C, podemos decir que hay seguridad desde el punto de vista de temperatura.

- **Caída de tensión en el conductor C3:**

$$\Delta U_{C3} [V] = K * I_N * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

Dónde:

R = Resistencia del conductor = $1.15 \frac{\Omega}{Km}$, ver tabla 12

X = Inductancia del conductor = $0.099 \frac{\Omega}{Km}$, ver tabla 12

L = Longitud del conductor [Km]

ΔU = Caída de Tensión [V]

K = Constante de tipo de alimentación = 3 por ser sistema trifásico.

I_N = Corriente Nominal de la Instalación.

φ = Angulo de Fase de la impedancia de la carga.

$$\Delta U_{C3} [V] = 3 * 74.071 A * 0.018 Km * \left(1.15 \frac{\Omega}{Km} * \cos 27.12^\circ + 0.099 \frac{\Omega}{Km} * \sin 27.12^\circ \right)$$

$$\Delta U_{C3} = 4.274 [V]$$

- **Potencia perdida en el conductor NYY – 16 mm²**

$$P_{P-NYY 16 mm2} = \sqrt{3} * \Delta V_{Cond} * I_L * \cos \varphi$$

$$P_{P-NYY 16 mm2} = \sqrt{3} * 4.274 [V] * 74.071 [A] * 0.89$$

$$P_{P-NYY 16 mm2} = 488 W$$

- **Rendimiento del Conductor C3:**

$$\eta_{cond\ NYY-16mm^2}[\%] = \frac{P_U[KW]}{P_T[KW]}$$

Dónde:

$$P_U[KW] = P_T - P_P$$

$$P_U = 37.3\ KW - 0.488\ KW$$

$$P_U = 36.812\ KW$$

∴

$$\eta_{cond\ NYY-16mm^2}[\%] = \frac{36.812[KW]}{37.3[KW]}$$

$$\eta_{cond\ NYY-16mm^2} = 98.69\ \%$$

d) Análisis conductor de la Carga C4:

Tipo de cable: NYY – Trifásico.

Sección Transversal: 10 mm²

Tipo de Instalación: Aérea.

Temperatura máxima de operación: 80°C

Potencia Total: 37 KW

- **Intensidad de corriente en C4:**

$$I_{T-C4}[A] = \frac{P_{C4}[W]}{\sqrt{3} * U[V] * \cos \varphi}$$

$$I_{T-C4}[A] = \frac{37000[W]}{\sqrt{3} * 392 [V] * 0.89}$$

$$I_{T-C4} = 61.23 [A]$$

- **Intensidad de Diseño:**

$$I_D = 1.25 * I_{T-C4}$$

$$I_D = 1.25 * 61.23 \text{ A} = 76.53 \text{ A}$$

Según el catálogo de conductores CEPER (ver tabla 12) el conductor eléctrico sería de 16 mm². Por lo tanto, el conductor eléctrico de la carga C4 debe ser redimensionado al no cumplir con las especificaciones del CNE.

$$\% \text{ carga de operación del conductor} = \frac{I_{op} [A]}{I_N [A]}$$

$$\% \text{ carga de operación del conductor} = \frac{61.23 [A]}{63 [A]}$$

$$\text{carga de operación del conductor} = 97.2 \%$$

El conductor de la carga C4 está operando con una carga elevada y se debe tomar en cuenta redimensionar el conductor.

- **Temperatura de Operación del conductor C4:**

$$T_{Op-C4} [^{\circ}\text{C}] = T_0 + (T_{max} - T_0) * \left(\frac{I_{op}}{I_{Nom}} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$T_{Op-C4} [^{\circ}\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{61.23}{63} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$76.95^{\circ}\text{C} \leq 80^{\circ}\text{C}$$

Se puede observar que el conductor de la carga C4 está operando al límite de temperatura máxima permitida por lo cual es necesario tener en cuenta redimensionar el conductor.

- **Caída de tensión en el conductor C4:**

$$\Delta U_{C4} [V] = K * I_N * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

Dónde:

R = Resistencia del conductor = $1.83 \frac{\Omega}{Km}$, ver tabla 12

X = Inductancia del conductor = $0.106 \frac{\Omega}{Km}$, ver tabla 12

L = Longitud del conductor [Km]

ΔU = Caída de Tensión [V]

K = Constante de tipo de alimentación = 3 por ser sistema trifásico.

I_N = Corriente Nominal de la Instalación.

φ = Angulo de Fase de la impedancia de la carga.

$$\Delta U_{C4} [V] = 3 * 61.23 A * 0.025 Km * \left(1.83 \frac{\Omega}{Km} * \cos 27.12^\circ + 0.106 \frac{\Omega}{Km} * \sin 27.12^\circ \right)$$

$$\Delta U_{C4} = 7.70 [V]$$

- **Potencia perdida en el conductor NYY – 10 mm²**

$$P_{P-NYY 10 mm^2} = \sqrt{3} * \Delta V_{Cond} * I_L * \cos \varphi$$

$$P_{P-NYY 10 mm^2} = \sqrt{3} * 7.70 [V] * 61.23 [A] * 0.89$$

$$P_{P-NYY 10 mm^2} = 726.78 W$$

- **Rendimiento del Conductor C4:**

$$\eta_{cond NYY-10mm^2} [\%] = \frac{P_U [KW]}{P_T [KW]}$$

Dónde:

$$P_U [KW] = P_T - P_P$$

$$P_U = 37 KW - 0.72678 KW$$

$$P_U = 36.273 KW$$

∴

$$\eta_{cond\ NYY-10mm^2}[\%] = \frac{36.273\ [KW]}{37\ [KW]}$$

$$\eta_{cond\ NYY-10mm^2} = 98.03\ \%$$

e) Análisis conductor de la Carga C5:

Tipo de cable: NYY – Trifásico.

Sección Transversal: 10 mm²

Tipo de Instalación: Aérea.

Temperatura máxima de operación: 80°C

Potencia Total: 18 KW

- Intensidad de corriente en C5:

$$I_{T-C5}[A] = \frac{P_{C5}[W]}{\sqrt{3} * U[V] * \cos \varphi}$$

$$I_{T-C5}[A] = \frac{18000\ [W]}{\sqrt{3} * 392\ [V] * 0.90}$$

$$I_{T-C5} = 29.45\ [A]$$

- Intensidad de Diseño:

$$I_D = 1.25 * I_{T-C5}$$

$$I_D = 1.25 * 29.45\ A = 36.81\ A$$

Según el catálogo de conductores CEPER (ver tabla 12) el conductor eléctrico sería de 6 mm². Por lo tanto, el conductor eléctrico de la carga C5 está sobredimensionado por que debe evaluar el cambio de conductor.

$$\% \text{ carga de operación del conductor} = \frac{I_{op} [A]}{I_N [A]}$$

$$\% \text{ carga de operación del conductor} = \frac{29.45 [A]}{63 [A]}$$

$$\text{carga de operación del conductor} = 46.74 \%$$

- **Temperatura de Operación del conductor C5:**

$$T_{Op-C5} [^{\circ}\text{C}] = T_0 + (T_{max} - T_0) * \left(\frac{I_{op}}{I_{Nom}} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$T_{Op-C5} [^{\circ}\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{29.45}{63} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$37^{\circ}\text{C} \leq 80^{\circ}\text{C}$$

La temperatura de operación 37°C , menor a la temperatura máxima del conductor 80°C , podemos decir que hay seguridad desde el punto de vista de temperatura.

- **Caída de tensión en el conductor C5:**

$$\Delta U_{C5} [V] = K * I_N * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

Dónde:

R = Resistencia del conductor = $1.83 \frac{\Omega}{Km}$, ver tabla 12

X = Inductancia del conductor = $0.106 \frac{\Omega}{Km}$, ver tabla 12

L = Longitud del conductor $[Km]$

ΔU = Caída de Tensión $[V]$

K = Constante de tipo de alimentación = 3 por ser sistema trifásico.

I_N = Corriente Nominal de la Instalación.

φ = Angulo de Fase de la impedancia de la carga.

$$\Delta U_{C5} [V] = 3 * 29.45 A * 0.023 Km * \left(1.83 \frac{\Omega}{Km} * \cos 25.84^\circ + 0.106 \frac{\Omega}{Km} * \sin 25.84^\circ \right)$$

$$\Delta U_{C5} = 3.44 [V]$$

- **Potencia perdida en el conductor NYY – 10mm²**

$$P_{P-NYY\ 10\ mm2} = \sqrt{3} * \Delta V_{Cond} * I_L * \cos \varphi$$

$$P_{P-NYY\ 10\ mm2} = \sqrt{3} * 3.44 [V] * 29.45 [A] * 0.90$$

$$P_{P-NYY\ 10mm2} = 157.92 W$$

- **Rendimiento del Conductor C5:**

$$\eta_{cond\ NYY-10mm2} [\%] = \frac{P_U [KW]}{P_T [KW]}$$

Dónde:

$$P_U [KW] = P_T - P_P$$

$$P_U = 18 KW - 0.15792 KW$$

$$P_U = 17.84 KW$$

∴

$$\eta_{cond\ NYY-10mm2} [\%] = \frac{17.84 [KW]}{18 [KW]}$$

$$\eta_{cond\ NYY-10mm2} = 99.12 \%$$

f) Análisis conductor de la Carga C6:

Tipo de cable: NYY – Trifásico.

Sección Transversal: 10 mm²

Tipo de Instalación: Aérea.

Temperatura máxima de operación: 80°C

Potencia Total: 27 KW

- Intensidad de corriente en C6:

$$I_{T-C6}[A] = \frac{P_{C6}[W]}{\sqrt{3} * U[V] * \cos \varphi}$$

$$I_{T-C6}[A] = \frac{27000 [W]}{\sqrt{3} * 392 [V] * 0.87}$$

$$I_{T-C6} = 45.70 [A]$$

- Intensidad de Diseño:

$$I_D = 1.25 * I_{T-C6}$$

$$I_D = 1.25 * 45.70 A = 57.125 A$$

Según el catálogo de conductores CEPER (ver tabla 12) el conductor eléctrico sería de 10 mm². Por lo tanto, el conductor eléctrico está bien dimensionado.

$$\% \text{ carga de operación del conductor} = \frac{I_{op} [A]}{I_N [A]}$$

$$\% \text{ carga de operación del conductor} = \frac{45.70 [A]}{63 [A]}$$

$$\text{carga de operación del conductor} = 72.55 \%$$

- **Temperatura de Operación del conductor C6:**

$$T_{Op-C6} [^{\circ}\text{C}] = T_0 + (T_{max} - T_0) * \left(\frac{I_{op}}{I_{Nom}} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$T_{Op-C6} [^{\circ}\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{45.70}{63} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$53.94^{\circ}\text{C} \leq 80^{\circ}\text{C}$$

La temperatura de operación 53.94 °C, menor a la temperatura máxima del conductor 80°C, podemos decir que hay seguridad desde el punto de vista de temperatura.

- **Caída de tensión en el conductor C6:**

$$\Delta U_{C6} [V] = K * I_N * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

Dónde:

R = Resistencia del conductor = $1.83 \frac{\Omega}{Km}$, ver tabla 12

X = Inductancia del conductor = $0.106 \frac{\Omega}{Km}$, ver tabla 12

L = Longitud del conductor [Km]

ΔU = Caída de Tensión [V]

K = Constante de tipo de alimentación = 3 por ser sistema trifásico.

I_N = Corriente Nominal de la Instalación.

φ = Angulo de Fase de la impedancia de la carga.

$$\Delta U_{C6} [V] = 3 * 45.70 \text{ A} * 0.031 \text{ Km} * \left(1.83 \frac{\Omega}{Km} * \cos 29.54^{\circ} + 0.106 \frac{\Omega}{Km} * \sin 29.54^{\circ} \right)$$

$$\Delta U_{C6} = 6.98 [V]$$

- **Potencia perdida en el conductor NYY – 10 mm²**

$$P_{P-NYY\ 10mm2} = \sqrt{3} * \Delta V_{Cond} * I_L * \cos \varphi$$

$$P_{P-NYY\ 10\ mm2} = \sqrt{3} * 6.98\ [V] * 45.70\ [A] * 0.87$$

$$P_{P-NYY\ 10\ mm2} = 480.67\ W$$

- **Rendimiento del Conductor C6:**

$$\eta_{cond\ NYY-10mm2}[\%] = \frac{P_U[KW]}{P_T[KW]}$$

Dónde:

$$P_U[KW] = P_T - P_P$$

$$P_U = 27\ KW - 0.48067\ KW$$

$$P_U = 26.52\ KW$$

∴

$$\eta_{cond\ NYY-10mm2}[\%] = \frac{26.52\ [KW]}{27\ [KW]}$$

$$\eta_{cond\ NYY-10mm2} = 98.22\ \%$$

g) Análisis conductor de la Carga C7:

Tipo de cable: NYY – Trifásico.

Sección Transversal: 10 mm²

Tipo de Instalación: Aérea.

Temperatura máxima de operación: 80°C

Potencia Total: 33.5 KW

- **Intensidad de corriente en C7:**

$$I_{T-C7}[A] = \frac{P_{C7}[W]}{\sqrt{3} * U[V] * \cos \varphi}$$

$$I_{T-C7}[A] = \frac{33500\ [W]}{\sqrt{3} * 392\ [V] * 0.86}$$

$$I_{T-C7} = 57.37\ [A]$$

- **Intensidad de Diseño:**

$$I_D = 1.25 * I_{T-C7}$$

$$I_D = 1.25 * 57.37 \text{ A} = 71.71 \text{ A}$$

Según el catálogo de conductores CEPER (ver tabla 12) el conductor eléctrico sería de 16 mm². Por lo tanto, el conductor eléctrico de la carga C4 debe ser redimensionado al no cumplir con las especificaciones del CNE.

$$\% \text{ carga de operación del conductor} = \frac{I_{op} [A]}{I_N [A]}$$

$$\% \text{ carga de operación del conductor} = \frac{57.37 [A]}{63 [A]}$$

$$\text{carga de operación del conductor} = 91.06 \%$$

El conductor de la carga C7 está operando con una carga elevada y se debe tomar en cuenta redimensionar el conductor.

- **Temperatura de Operación del conductor C7:**

$$T_{Op-C7} [^{\circ}\text{C}] = T_0 + (T_{max} - T_0) * \left(\frac{I_{op}}{I_{Nom}} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$T_{Op-C7} [^{\circ}\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{57.37}{63} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$70.61^{\circ}\text{C} \leq 80^{\circ}\text{C}$$

Se puede observar que el conductor de la carga C7 está operando al límite de temperatura máxima permitida por lo cual es necesario tener en cuenta redimensionar el conductor.

- **Caída de tensión en el conductor C7:**

$$\Delta U_{C7} [V] = K * I_N * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

Dónde:

R = Resistencia del conductor = $1.83 \frac{\Omega}{Km}$, ver tabla 12

X = Inductancia del conductor = $0.106 \frac{\Omega}{Km}$, ver tabla 12

L = Longitud del conductor [Km]

ΔU = Caída de Tensión [V]

K = Constante de tipo de alimentación = 3 por ser sistema trifásico.

I_N = Corriente Nominal de la Instalación.

φ = Angulo de Fase de la impedancia de la carga.

$$\Delta U_{C7} [V] = 3 * 57.37 A * 0.022 Km * \left(1.83 \frac{\Omega}{Km} * \cos 30.68^\circ + 0.106 \frac{\Omega}{Km} * \sin 30.68^\circ \right)$$

$$\Delta U_{C7} = 6.16 [V]$$

- **Potencia perdida en el conductor NYY – 10 mm²**

$$P_{P-NYY 10 mm^2} = \sqrt{3} * \Delta V_{Cond} * I_L * \cos \varphi$$

$$P_{P-NYY 10 mm^2} = \sqrt{3} * 6.16 [V] * 57.37 [A] * 0.86$$

$$P_{P-NYY 10 mm^2} = 526.41 W$$

- **Rendimiento del Conductor C7:**

$$\eta_{cond NYY-10mm^2} [\%] = \frac{P_U [KW]}{P_T [KW]}$$

Dónde:

$$P_U [KW] = P_T - P_P$$

$$P_U = 33.5 KW - 0.52641 KW$$

$$P_U = 32.97 KW$$

∴

$$\eta_{cond\ NYY-10mm^2}[\%] = \frac{32.97\ [KW]}{33.5\ [KW]}$$

$$\eta_{cond\ NYY-10mm^2} = 98.42\ \%$$

h) Potencia pérdida total de los conductores NYY:

$$P_{P\ total-cond\ NYY}[KW] = P_{P-C1} + P_{P-C2} + P_{P-C3} + P_{P-C4} + P_{P-C5} + P_{P-C6} + P_{P-C7}$$

$$P_{P\ total-cond\ NYY} = 0.3701 + 0.41481 + 0.488 + 0.72678 + 0.15792 + 0.48067 + 0.52641$$

$$P_{P\ total-cond\ NYY} = 3.165\ [KW]$$

Tabla 13: Resumen del análisis de los conductores eléctricos NYY.

CARGAS	INTENSIDAD (A)	SECCIÓN DEL CONDUCTOR ACTUAL (mm ²)	ESTADO	SECCIÓN DEL CONDUCTOR SEGÚN CAT. CEPER (mm ²)
C1	103.175	25	Correcto	25
C2	78.025	16	Correcto	16
C3	92.58	16	Deficiente	25
C4	76.53	10	Deficiente	16
C5	36.81	10	Sobredimensionado	6
C6	57.125	10	Correcto	10
C7	71.71	10	Deficiente	16

Se recomienda analizar la conveniencia de reemplazar los conductores eléctricos deficientes para disminuir las pérdidas de potencia en los mismos.

Análisis de Conductor Eléctrico Trifásico NYY-185 mm²

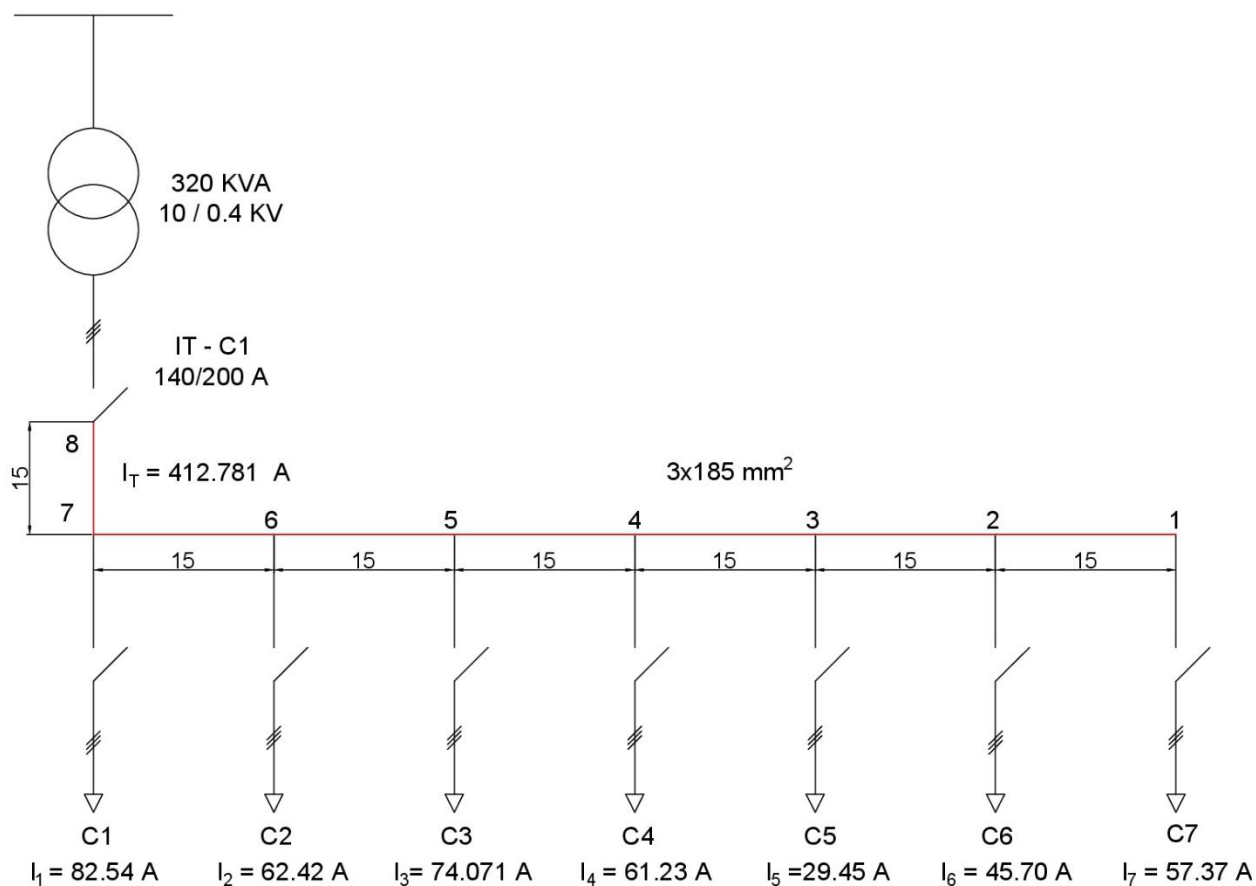


Figura 32: Verificación del conductor eléctrico NYY-185mm².

a) Caída de Tensión en conductor NYY – 185 mm² por Tramos:

Tipo de cable: NYY – Trifásico.

Sección Transversal: 185 mm²

Tipo de Instalación: Enterrado.

Temperatura máxima de operación: 80°C

Longitud Total: 105 metros

Intensidad Nominal del Conductor Enterrado: 405 A

$$\Delta U_{3 \times 185 \text{ mm}^2} [V] = K * I_n * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

Dónde:

R = Resistencia del conductor = $0.0991 \frac{\Omega}{\text{Km}}$, ver tabla 12

X = Inductancia del conductor = $0.089 \frac{\Omega}{\text{Km}}$, ver tabla 12

L = Longitud del conductor [Km]

ΔU = Caída de Tensión [V]

K = Constante de tipo de alimentación = 3 por ser sistema trifásico.

I_N = Corriente Nominal de la Instalación.

φ = Angulo de Fase de la impedancia de la carga: 30.68°

- **Tramo 1-2:** La intensidad en el tramo 1 – 2 es 57.37 A

$$\Delta U_{\text{Tramo } 1-2} [V] = 3 * 57.37 * 0.015 * (0.0991 * \cos 30.68 + 0.089 * \sin 30.68)$$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 1-2} = 0.337 \text{ V}$$

$$T_{Op \ 1-2} [^\circ\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{57.37}{405} \right)^2 \leq 80^\circ\text{C}$$

$$26.10^\circ\text{C} \leq 80^\circ\text{C}$$

- **Tramo 2-3:** La Intensidad en el tramo 2 – 3 es $57.37 + 45.70 = 103.07 \text{ A}$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 2-3} [V] = 3 * 103.07 * 0.015 * (0.0991 * \cos 30.68 + 0.089 * \sin 30.68)$$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 2-3} = 0.606 \text{ V}$$

$$T_{Op \ 2-3} [^\circ\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{103.07}{405} \right)^2 \leq 80^\circ\text{C}$$

$$28.56^\circ\text{C} \leq 80^\circ\text{C}$$

- **Tramo 3-4:** La Intensidad en el tramo 3 – 4 es $103.07 + 29.45 = 132.52 \text{ A}$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 3-4} [V] = 3 * 132.52 * 0.015 * (0.0991 * \cos 30.68 + 0.089 * \sin 30.68)$$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 3-4} = 0.78 \text{ V}$$

$$T_{Op \text{ } 3-4} [^{\circ}\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{132.52}{405} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$30.88^{\circ}\text{C} \leq 80^{\circ}\text{C}$$

- **Tramo 4-5:** La Intensidad en el tramo 4 – 5 es $132.52 + 61.23 = 193.75 \text{ A}$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 4-5} [V] = 3 * 193.75 * 0.015 * (0.0991 * \cos 30.68 + 0.089 * \sin 30.68)$$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 4-5} = 1.14 \text{ V}$$

$$T_{Op \text{ } 4-5} [^{\circ}\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{193.75}{405} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$37.58^{\circ}\text{C} \leq 80^{\circ}\text{C}$$

- **Tramo 5-6:** La Intensidad en el tramo 5 – 6 es $193.75 + 74.07 = 267.82 \text{ A}$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 5-6} [V] = 3 * 267.82 * 0.015 * (0.0991 * \cos 30.68 + 0.089 * \sin 30.68)$$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 5-6} = 1.574 \text{ V}$$

$$T_{Op \text{ } 5-6} [^{\circ}\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{267.82}{405} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$49.05^{\circ}\text{C} \leq 80^{\circ}\text{C}$$

- **Tramo 6-7:** La Intensidad en el tramo 6 – 7 es $267.82 + 62.42 = 330.24 \text{ A}$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 6-7} [V] = 3 * 330.24 * 0.015 * (0.0991 * \cos 30.68 + 0.089 * \sin 30.68)$$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 6-7} = 1.941 \text{ V}$$

$$T_{Op \text{ } 6-7} [^{\circ}\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{330.24}{405} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$61.57^{\circ}\text{C} \leq 80^{\circ}\text{C}$$

- **Tramo 7-8:** La Intensidad en el tramo 7 – 8 es $330.24 + 82.54 = 412.78 \text{ A}$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 7-8} [V] = 3 * 412.78 * 0.015 * (0.0991 * \cos 30.68 + 0.089 * \sin 30.68)$$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 7-8} = 2.42 \text{ V}$$

$$T_{Op \text{ } 7-8} [^{\circ}\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{412.78}{405} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$82.13^{\circ}\text{C} > 80^{\circ}\text{C}$$

La temperatura en el tramo 7-8 es 82.13°C superior a la temperatura máxima de operación del conductor, lo cual indica que el conductor está operando con sobrecalentamiento, esto puede producir incendios en la instalación siendo necesario analizar la conveniencia de cambio de conductor en este tramo.

b) Tensión de Operación del Conductor Eléctrico NYY – 185 mm²:

- **Tensión de Operación en Carga C1:**

$$U_{C1} [V] = U_{\text{entrada Tr}} - U_{7-8}$$

$$U_{C1} [V] = 400 - 2.42$$

$$U_{C1} = 397.58 \text{ V}$$

- **Tensión de Operación en Carga C2:**

$$U_{C2}[V] = U_{C1} - U_{6-7}$$

$$U_{C2}[V] = 397.58 - 1.941$$

$$U_{C2} = 395.64 \text{ V}$$

- **Tensión de Operación en Carga C3:**

$$U_{C3}[V] = U_{C2} - U_{5-6}$$

$$U_{C3}[V] = 395.64 - 1.574$$

$$U_{C3} = 394.066 \text{ V}$$

- **Tensión de Operación en Carga C4:**

$$U_{C4}[V] = U_{C3} - U_{4-5}$$

$$U_{C4}[V] = 394.066 - 1.14$$

$$U_{C4} = 392.926 \text{ V}$$

- **Tensión de Operación en Carga C5:**

$$U_{C5}[V] = U_{C4} - U_{3-4}$$

$$U_{C5}[V] = 392.926 - 0.78$$

$$U_{C5} = 392.146 \text{ V}$$

- **Tensión de Operación en Carga C6:**

$$U_{C6}[V] = U_{C5} - U_{2-3}$$

$$U_{C6}[V] = 392.146 - 0.606$$

$$U_{C6} = 391.54 \text{ V}$$

- **Tensión de Operación en Carga C7:**

$$U_{C7}[V] = U_{C6} - U_{1-2}$$

$$U_{C7}[V] = 391.54 - 0.337$$

$$U_{C7} = 391.2 \text{ V}$$

c) Potencia Perdida en Conductor NYY – 185 mm²:

$$P_{p-NYY\ 185mm^2}[KW] = \frac{\sqrt{3} * \Delta U[V] * I_L[A] * \cos\varphi}{1000}$$

- Tramo 1-2:

$$P_{p\ 1-2}[KW] = \frac{\sqrt{3} * 0.337\ V * 57.37\ A * 0.86}{1000}$$

$$P_{p\ 1-2} = 0.0288\ KW$$

- Tramo 2-3:

$$P_{p\ 2-3}[KW] = \frac{\sqrt{3} * 0.606\ V * 103.07\ A * 0.86}{1000}$$

$$P_{p\ 2-3} = 0.093\ KW$$

- Tramo 3-4:

$$P_{p\ 3-4}[KW] = \frac{\sqrt{3} * 0.78\ V * 132.52\ A * 0.86}{1000}$$

$$P_{p\ 3-4} = 0.154\ KW$$

- Tramo 4-5:

$$P_{p\ 4-5}[KW] = \frac{\sqrt{3} * 1.14\ V * 193.75\ A * 0.86}{1000}$$

$$P_{p\ 4-5} = 0.329\ KW$$

- Tramo 5-6:

$$P_{p\ 5-6}[KW] = \frac{\sqrt{3} * 1.574\ V * 267.82\ A * 0.86}{1000}$$

$$P_{p\ 5-6} = 0.628\ KW$$

- **Tramo 6-7:**

$$P_{p\ 6-7}[KW] = \frac{\sqrt{3} * 1.941\ V * 330.24\ A * 0.86}{1000}$$

$$P_{p\ 6-7} = 0.954\ KW$$

- **Tramo 7-8:**

$$P_{p\ 7-8}[KW] = \frac{\sqrt{3} * 2.42\ V * 412.78\ A * 0.86}{1000}$$

$$P_{p\ 7-8} = 1.488\ KW$$

- **Potencia Perdida Total en el Conductor Eléctrico NYY – 185 mm2:**

$$P_{p\ total}\ [KW] = P_{p\ 1-2} + P_{p\ 2-3} + P_{p\ 3-4} + P_{p\ 4-5} + P_{p\ 5-6} + P_{p\ 6-7} + P_{p\ 7-8}$$

$$P_{p\ total}\ [KW] = 0.0288 + 0.093 + 0.154 + 0.329 + 0.628 + 0.954 + 1.488$$

$$P_{p\ total\ 185\ mm2} = 3.6748\ KW$$

La Potencia Perdida en el Conductor Eléctrico NYY – 185 mm2 es elevada por lo cual, se debe tomar en cuenta redimensionar el conductor en los tramos 5 – 6, 6 – 7 y 7 – 8 que son los tramos en los que la perdida de potencia es mayor.

- **Rendimiento del Conductor Eléctrico NYY – 185 mm2:**

$$\eta_{cond\ NYY-185\ mm2}[\%] = \frac{P_U[KW]}{P_T[KW]}$$

Dónde:

$$P_U[KW] = P_T - P_P$$

$$P_U = 245.76\ KW - 3.6748\ KW$$

$$P_U = 242.0852\ KW$$

∴

$$\eta_{cond\ NYY-185\ mm^2}[\%] = \frac{242.0852\ [KW]}{245.76\ [KW]}$$

$$\eta_{cond\ NYY-185\ mm^2} = 98.5\ \%$$

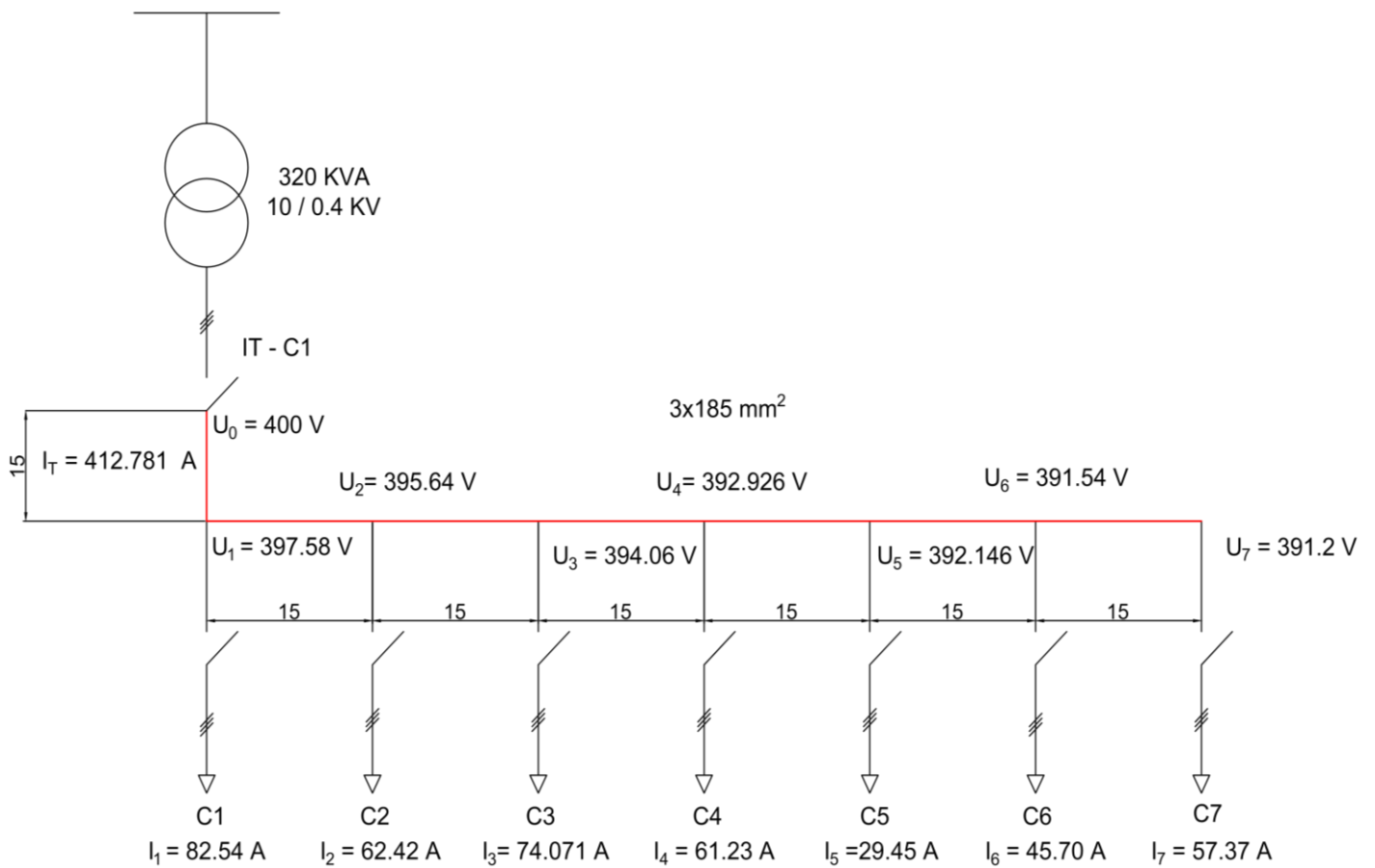


Figura 33: Parámetros Eléctricos del circuito IT – C1.

3.6. Análisis de motor trifásico:

La Curtiembre cuenta con 6 motores eléctricos trifásicos de mayor potencia los cuales tiene las siguientes características ver anexo C:

- Tensión nominal $U_n = 400 \text{ V}$
- Potencia nominal $P_n = 45 \text{ KW}$
- Frecuencia $f = 60 \text{ Hz}$
- Número de pares de polos magnéticos $p = 2$
- Velocidad de rotación nominal, $n = 1775 \text{ rpm}$

a) Parámetros eléctricos medidos en motores:

- VOLTAJE:

R – S	R – T	S – T
392	391	393

- INTENSIDAD:

R – S	R – T	S – T
71.3	78.7	76.3

- FACTOR DE POTENCIA:

R – S	R – T	S – T
0.86	0.86	0.89

b) Valores promedio de los parámetros eléctricos:

$$\text{Tensión de línea promedio: } U_L = \frac{392 + 391 + 393}{3} = 392 \text{ V}$$

$$\text{Factor de potencia promedio: } \cos \varphi = \frac{0.86 + 0.86 + 0.89}{3} = 0.87$$

$$\text{Intensidad de línea promedio: } I_L = \frac{71.3 + 78.7 + 76.3}{3} = 75.43$$

c) Potencia promedio absorbida por el motor:

$$P [KW] = \frac{\sqrt{3} * U_L [V] * I_L [A] * \cos \varphi}{1000}$$

$$P = \frac{\sqrt{3} * 392 V * 75.43 A * 0.87}{1000} = 44.55 kw$$

d) Velocidad sincrónica de rotación del motor:

$$n_s = \frac{60 * 60}{2} = 1800 rpm$$

e) Índice de carga del motor:

Para hallar el índice de carga usamos el método americano el cual aplica la siguiente formula (Douglass, John G., 1997):

$$\% Carga = \frac{n_s - n_r}{(n_s - n_n) * \left(\frac{U_n}{U}\right)^2} = \frac{1800 - 1778}{(1800 - 1775) * \left(\frac{400}{392}\right)^2} = 84.5 \%$$

Donde:

n_s : Velocidad Sincrónica (rpm)

n_r : Velocidad Sincrónica medida (rpm)

n_n : Velocidad de carga (placa de motor)

U_n : Voltaje Nominal.

U : Voltaje Promedio RST

f) Potencia útil del motor:

$$P_u = \% \text{ Carga} * P_n = 0.845 * 45 = 38.025 \text{ KW}$$

g) Rendimiento del motor:

$$\eta [\%] = \frac{P_u [KW]}{P_{Abs.} [KW]} * 100$$

$$\eta = \frac{38.025 \text{ KW}}{44.75 \text{ KW}} * 100 = 85 \%$$

h) Pérdida de potencia en motores eléctricos trifásicos de la Curtiembre:

$$P_{P-ME} [kW] = 6 * (P_{Abs} - P_{útil})$$

$$P_{P-ME} [kW] = 6 * (44.75 - 38.025) \text{ KW} = 40.35 \text{ KW}$$

Se propone reemplazar los motores estándar por motores Premium de alta eficiencia para reducir las pérdidas de potencia.

3.7. Sistema de Iluminación Eléctrica:

Tabla 14: Tipo de Luminarias Instaladas en la Curtiembre.

TIPO DE LÁMPARA	ÁREA	CANTIDAD DE TUBOS FLUORESCENTES	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (KW)
T 12	Oficina	20	40	0.8
	Producto Terminado	6	40	0.24
	Calidad	20	40	0.8
	Producción	50	40	2
	Mantenimiento	2	40	0.08
	Almacén	12	40	0.48
	Pintado	36	40	1.44
TOTAL		146	280	5.84

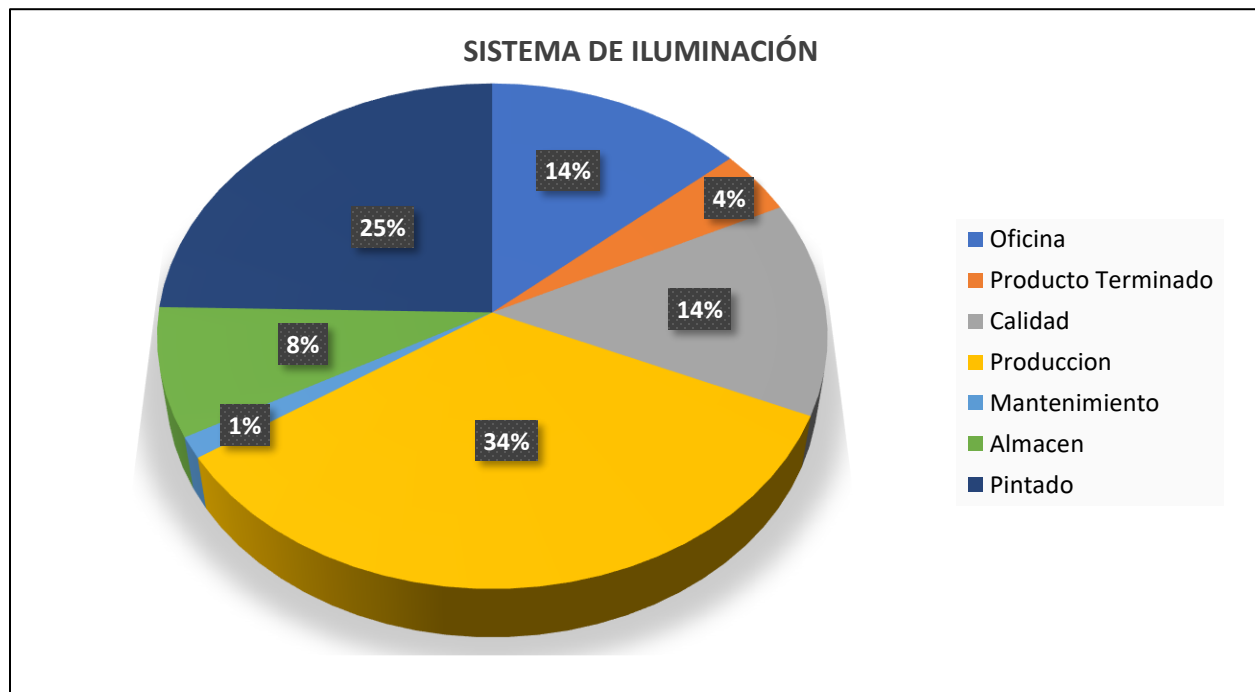


Figura 34: Distribución del sistema de iluminación.

Fuente: Tabla 14

Para realizar el análisis del sistema de iluminación eléctrica se tomaron en cuenta los siguientes datos:

- Tipo de Luminaria: T12 – Standar
- Tensión Nominal: 220 V
- Factor de Potencia: 0.8
- Potencia: 40 W
- Rendimiento: 80 %
- Numero de Luminarias: 146
- Eficiencia Luminosa: 65 Lumen / W

Cód. Produ.	Descripción Comercial	Unid./ Emp.	Potencia (W)	Voltaje (V)	Base	Tc (K)	Flujo (Lm)	IRC (Ra)	Longitud (pulg/cm)	** Tipo
T12 - Tubos Fluorescentes Standard										
927888005405	TUBO F40/D XPT ALTO 30PK	30	40	N/A	G13	6500	2600	79	A	A
927883005405	TUBO F20T12/D ALTO 6500K 30PK	30	20	N/A	G13	6500	1075	79	A	A
927886005403	TUBO F30T12/D/RS ALTO 30PK	30	30	N/A	G13	6500	1950	79	B	B
927888105703	TUBO F34DX/RS/EW/ALTO 34W 30PK	30	34	N/A	G13	6500	2025	84	B	B

Figura 35: Datos técnicos de tubo fluorescente T12.

Fuente: Catálogo General Philips

La eficacia luminosa se obtiene dividiendo el Flujo luminoso (Lm) entre la potencia del tubo fluorescente:

$$Eficacia Luminosa [Lm/W] = \frac{Flujo [Lm]}{Potencia [W]}$$

$$Eficacia Luminosa [Lm/W] = \frac{2600 [Lm]}{40 [W]}$$

$$Eficacia Luminosa = 65 Lm/W$$

- Intensidad de corriente de cada fluorescente:

$$I_{unit.}[A] = \frac{P_{unit.}[W]}{U[V] * \cos \varphi}$$

$$I_{unit.}[A] = \frac{40[W]}{220[V] * 0.8}$$

$$I_{unit.} = 0.227[A]$$

- **Intensidad de corriente total de fluorescentes:**

$$I_T[A] = \frac{N^{\circ} de Fluorescentes * P_{unit.}[W]}{U[V] * \cos \varphi}$$

$$I_T[A] = \frac{146 * 40 [W]}{220[V] * 0.8}$$

$$I_T = 33.18 [A]$$

- **Potencia útil total de fluorescentes:**

$$P_{\acute{u}til-T}[W] = P_{nom-T}[W] * \eta_{Fluorescente}$$

$$P_{\acute{u}til-T}[W] = 5840 [W] * 0.8$$

$$P_{\acute{u}til-T} = 4672 [W]$$

- **Flujo Luminoso total obtenido de los fluorescentes:**

$$\Phi_T[Lumen] = P_{\acute{u}til-T}[W] * \eta_{Luminosa} \left[\frac{Lumen}{W} \right]$$

$$\Phi_T[Lumen] = 4672 [W] * 65 \left[\frac{Lumen}{W} \right]$$

$$\Phi_T = 303680 [Lumen]$$

Donde:

Φ_T : Flujo Luminoso.

$\eta_{Luminosa}$: Eficiencia Luminosa.

- **Perdida de potencia total de los fluorescentes:**

$$P_{P-T} [W] = P_{nom-T} [W] - P_{\acute{u}til-T} [W]$$

$$P_{P-T} [W] = 5840 [W] - 4672 [W]$$

$$P_{P-T} = 1168 [W] = 1.168 [KW]$$

Se procede a realizar el Diagrama de Sankey actual del sistema eléctrico de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C

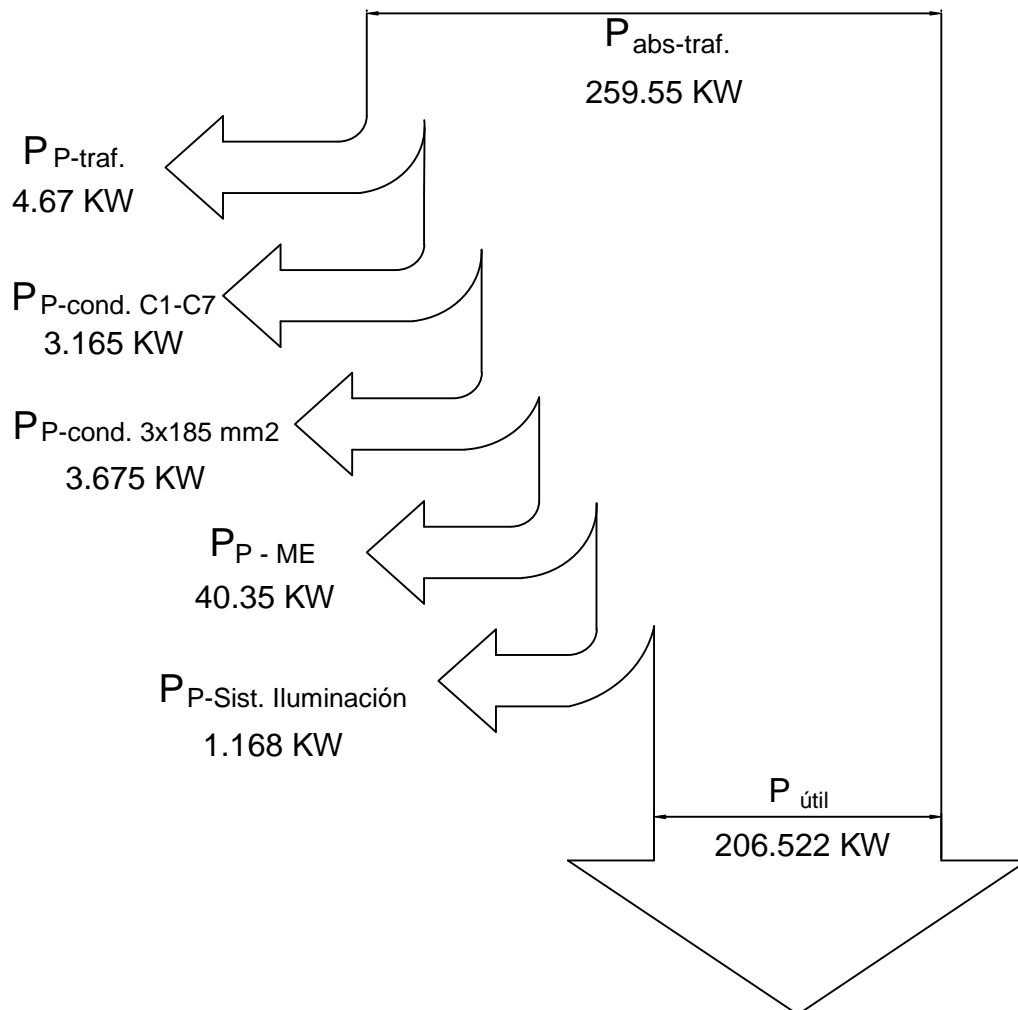


Figura 36: Diagrama de Sankey Actual de Distribución de Potencias.

- **Rendimiento eléctrico de la planta:**

$$\eta_{elec-planta}[\%] = 1 - \frac{\sum P_p}{P_{abs-traf}} * 100$$

$$\eta_{elec-planta}[\%] = 1 - \frac{53.028 KW}{259.55 KW} * 100$$

$$\eta_{elec-planta} = 79.57 \%$$

3.8. Análisis de la facturación eléctrica de la empresa:

La factura eléctrica de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C tiene las siguientes características:

Tabla 15: Detalle del suministro eléctrico de la empresa.

Compañía Distribuidora		Hidrandina S. A
Código de Suministro		47317510
Tensión – Tarifa		10 KV – MT2
Modalidad		Potencia Variable
Calificación		No Precisa
Horario		8:00 – 17:30 Horas
Ubicación		Calle Leónidas Yerovi 0340 Sec. Río Seco Barrio 3

Fuente: Piel Trujillo S.A.C.

3.8.1. Análisis del Tipo de Usuario:

Como se dijo anteriormente la Curtiembre opto por un suministro en media tensión MT2 por el cual firmo un contrato con Hidrandina para reducir los costos de consumo de energía eléctrica, debido a que los costos de energía eléctrica en un plan tarifario en baja tensión (BT2) son muy elevados comparados con los de media tensión.

Para determinar el tipo de usuario que le corresponde ser a la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C se debe evaluar la demanda máxima por un periodo mínimo de 12 meses, ver tabla 16.

Tabla 16: Demanda Máxima del periodo mayo – 2016 a agosto 2017.

MES	DEMANDA MÁXIMA (KW)
Mayo – 2016	105.185
Junio – 2016	110.700
Julio – 2016	101.475
Agosto – 2016	106.2659
Setiembre – 2016	100.6325
Octubre – 2016	100.4603
Noviembre – 2016	90.7863
Diciembre – 2016	107.7911
Enero – 2017	95.528
Febrero – 2017	85.9463
Marzo – 2017	96
Agosto – 2017	102.4898

Fuente: Factura Eléctrica Piel Trujillo S.A.C.

De acuerdo con la información obtenida de la facturación eléctrica brindada por Hidrandina la demanda máxima registrada en los últimos 12 meses es de 110.70 KW calificando como un Usuario Regulado, ya que, para ser un Usuario libre, según el Decreto Supremo N° 022 – 2009 EM, refiere que una empresa puede elegir entre ser un Usuario Libre o Regulado siempre y cuando su demanda máxima sea igual o mayor a 200 KW.

Justificación para que la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C se encuentre calificado como cliente Regulado.

Tabla 17: Clientes Libres del Departamento de La Libertad.

NOMBRE DEL SUMINISTRO	SUMINISTRADOR	PERIODO	ACTIVIDAD	DISTRITO	POTENCIA CONTRATADA (KW)
Trupal	ENGIE Energía Perú S.A	Jun-17	Papel	Santiago de Cao	13000
Cementos Norte Pacasmayo	Electro Perú	Jun-17	Cementos	Pacasmayo	36000
Minera Barrick Misquichilca (Alto Chicama)	Egenor S	Jun-17	Minería	Quiruvilca	20000
Minera Aurífera Retamas	Kallpa Generación	Jun-17	Minería	Parcoy	17000
Empresa Agroindustrial Casa Grande	ENGIE Energía Perú S.A	Jun-17	Agroindustria	Casa Grande	6000
Corporación Lindley 7	Hidrandina	Mar-17	Bebidas	Trujillo	5000
Fosfatos del Pacífico	Electro Perú	Jun-17	Minería	Pacasmayo	3000
Minera Quiruvilca	Enel Generación Piura S.A	Jun-17	Minería	Quiruvilca	5500
Agrolmos	Coelvisa	Jun-17	Alimentos	Casa Grande	3500

Fuente: Osinergmin, clientes libres

Como se puede observar en la tabla 17, las empresas calificadas como clientes libres tienen una elevada potencia contratada, debido a esto se justifica que la Curtiembre con un consumo menor a los 200 KW sea calificada como cliente regulado, ya que para clientes libres existen otros costos adicionales como cargo de peaje por conexión unitario y peaje de transmisión secundaria, gastos que la Curtiembre no realiza por calificar como usuario regulado.

3.8.2. Tensión de Suministro de la Curtiembre:

Una vez que la Curtiembre es calificada como usuario regulado, esta puede escoger entre optar por un suministro en media tensión o un suministro en baja tensión, pero si observamos los pliegos tarifarios brindados por Osinergmin veremos que los precios en un suministro en media tensión son más económicos que los precios en un suministro en baja tensión, ver figura N° 37

	MEDIA TENSIÓN	UNIDAD	TARIFA
			Sin IGV
TARIFA MT2:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.52
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	21.26
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	17.03
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	53.06
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	12.19
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	13.61
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.22

	BAJA TENSIÓN	UNIDAD	TARIFA
			Sin IGV
TARIFA BT2:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.52
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	23.04
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	18.46
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	53.24
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	56.18
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	37.37
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.22

Figura 37: Precios de tarifas MT2 y BT2

Fuente: Osinergmin

Por lo tanto, se concluye que la Curtiembre hizo bien en elegir una tarifa en media tensión.

Justificación de haber optado por un suministro en media tensión:

A continuación, realizaremos una simulación para comparar los pagos que la curtiembre hubiera realizado si optaba por un suministro en media tensión, para realizar la comparación elegimos los consumos facturados en el mes de Marzo – 2017, en el cual se puede observar una diferencia de S/. 2,884.83 ver tablas:

Tabla 18: Pago de energía eléctrica del mes de marzo – 2017 en Tarifa MT2.

MEDIA TENSIÓN – TARIFA MT2	COSTO UNITARIO	CONSUMO	PAGO SIMULADO
Cargo fijo mensual	S/. 6.52 /mes	-	S/. 6.52
Cargo por energía activa en HP	S/. 0.2126 /KW.h	127 KW.h	S/. 27.00
Cargo por energía activa en HFP	S/. 0.1703 /KW.h	16711 KW.h	S/. 2,845.88
Cargo por potencia activa de generación en HP	S/. 53.06 /KW-mes	6 KW	S/. 318.36
Cargo por potencia activa de distribución en HP	S/. 12.19 KW-mes	8.3290 KW	S/. 101.53
Cargo por exceso de potencia activa de distribución en HFP	S/. 13.61 KW-mes	95.7967 KW	S/. 1,303.79
Cargo por exceso de energía reactiva	S/. 0.0422 KVAR.h	6106.6 KVAR.h	S/. 257.70
TOTAL			S/. 4,860.79

Tabla 19: Pago de energía eléctrica del mes de marzo – 2017 en Tarifa BT2.

BAJA TENSIÓN – TARIFA BT2	COSTO UNITARIO	CONSUMO	PAGO SIMULADO
Cargo fijo mensual	S/. 6.52 /mes	-	S/. 6.52
Cargo por energía activa en HP	S/. 0.2304 /KW.h	127 KW.h	S/. 29.26
Cargo por energía activa en HFP	S/. 0.1846 /KW.h	16711 KW.h	S/. 3,084.85
Cargo por potencia activa de generación en HP	S/. 53.24 /KW-mes	6 KW	S/. 319.44
Cargo por potencia activa de distribución en HP	S/. 56.18 /KW-mes	8.3290 KW	S/. 467.92
Cargo por exceso de potencia activa de distribución en HFP	S/. 37.37 KW-mes	95.7967 KW	S/. 3,579.92
Cargo por exceso de energía reactiva	S/. 0.0422 KVAR.h	6106.6 KVAR.h	S/. 257.70
TOTAL			S/. 7,745.62

3.8.3. Cálculo de la Facturación Eléctrica en Media Tensión:

Para determinar la mejor tarifa en media tensión se debe contar con los recibos de facturación eléctrica mínimo de los últimos 12 meses, también se debe contar con los pliegos tarifarios actuales brindados en la página de Osinergmin, ver anexo D:

Tabla 20: Pliegos Tarifarios en el periodo may-2016 a mar-2017 en tarifa MT2.

Mes	Demanda Máxima (KW)		Energía Activa (KW.h)			Energía Reactiva Total (KVAR.h)
	HP	HFP	HP	HFP	TOTAL	
may-16	7.38	105.165	147.6	18,948.15	19,095.7500	12,521.4000
jun-16	14.145	110.7	159.9	16,162.20	16,322.1000	11,488.2000
jul-16	16.605	101.475	141.45	15,073.65	15,215.1000	9,526.3500
ago-16	19.68	106.2659	181.2836	17,464.80	17,646.0843	12,528.5525
sep-16	14.2742	100.6325	151.044	17,840.18	17,991.2223	12,929.3234
oct-16	3.8684	100.4603	154.0944	15,594.86	15,748.9569	10,528.8185
nov-16	2.8106	90.7863	101.9193	14,446.37	14,548.3478	9,751.3908
dic-16	10.658	107.7911	128.7933	19,867.67	19,996.4667	13,734.3153
ene-17	4.8278	95.528	122.3928	16,835.13	16,957.4196	10,658.0853
feb-17	3.8438	85.9463	107.8526	15,687.54	15,795.3894	9,349.2977
mar-17	6	96	127	16,711.00	16,839.0000	11,158.0000

Fuente: Factura Eléctrica Piel Trujillo S.A.C.

Estos datos fueron obtenidos de la Facturación Eléctrica brindado por la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C, y se encuentran mejor detallados en el anexo E:

- **Opción Tarifaria MT2:**

Para realizar los cálculos se tomaron los datos de consumo del mes de marzo – 2017, no se tomaron en cuenta los pagos de Alumbrado Público ni IGV, ver tabla N° 21

Tabla 21: Pago de energía eléctrica del mes de marzo – 2017 en tarifa MT2.

MEDIA TENSIÓN – TARIFA MT2	COSTO UNITARIO	CONSUMO	PAGO SIMULADO
Cargo fijo mensual	S/. 6.52 /mes	-	S/. 6.52
Cargo por energía activa en HP (1)	S/. 0.2126 /KW.h	127 KW.h	S/. 27.00
Cargo por energía activa en HFP (1)	S/. 0.1703 /KW.h	16,711 KW.h	S/. 2,845.88
Cargo por potencia activa de generación en HP (2)	S/. 53.06 /KW-mes	6 KW	S/. 318.36
Cargo por potencia activa de distribución en HP (3)	S/. 12.19 KW-mes	8.3290 KW	S/. 101.53
Cargo por exceso de potencia activa de distribución en HFP (4)	S/. 13.61 KW-mes	95.7967 KW	S/. 1,303.79
Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de energía activa total (5)	S/. 0.0422 KVAR.h	6,106.6 KVAR.h	S/. 257.70
		TOTAL	S/. 4,860.79

(1) Se considera el consumo de energía activa en HP y HFP del mes de marzo – 2017, cuadro N°

(2) Se considera el consumo de máxima potencia de generación en HP del mes de marzo – 2017

- (3) Para calcular la potencia activa de distribución en HP se considera el promedio de las dos demandas máximas de los últimos 6 meses incluyendo el mes que se factura, en nuestro caso comprendería en periodo octubre – 2016 a marzo – 2017, ver cuadro N° 21.

$$PADHP = \frac{10.658 + 6}{2} = 8.329 \text{ KW}$$

- (4) Para calcular el exceso de potencia activa de distribución en HFP se considera la diferencia entre el promedio de las dos potencias máximas en HFP de los últimos seis meses menos el promedio de las dos potencias máximas en HP de los últimos seis meses.

$$PADHFP = \frac{107.7911 + 100.4603}{2} = 104.1257 \text{ KW}$$

$$PADHP = \frac{10.658 + 6}{2} = 8.329 \text{ KW}$$

$$\therefore EPADHFP = (104.1257 - 8.329) \text{ KW} = 95.7967 \text{ KW}$$

- (5) El exceso de energía reactiva del mes de marzo – 2017 se calcula mediante la siguiente formula:

$$EER_{Marzo} = ERT_{Marzo} - (30\% * EAT_{Marzo})$$

$$EER_{Marzo} = 11158 \text{ KVAR.h} - (30\% * 16839 \text{ KW.h})$$

$$EER_{Marzo} = 6106.3 \text{ KVAR.h}$$

- **Opción Tarifaria MT3:**

Para realizar los cálculos se tomaron los datos de consumo del mes de marzo – 2017, no se tomaron en cuenta los pagos de Alumbrado Público ni IGV, ver tabla N° 22.

En esta opción tarifaria se debe tener en cuenta el Factor de Calificación, el cual determina si el cliente califica como usuario HP o HFP. El factor de calificación se calcula mediante la siguiente formula:

$$\text{Calificación Tarifaria} = \frac{(EAHP \text{ mes})}{(MD_{\text{leída mes}}) * (N^{\circ} HP \text{ mes})}$$

Donde:

EAHP mes = Es la energía activa en horas punta facturada en el mes por la empresa.

MD_{leída mes} = Es la demanda máxima que la empresa factura en el mes.

N° HP mes = Es el número de horas punta (HP) al mes.

Para calcular el número de horas punta del mes de marzo – 2017 tenemos los siguientes datos:

- Días de Facturación del mes de marzo – 2017: **31 días**
- Domingos y/o feriados del mes de marzo – 2017: **4 días**
- Horas Punta al día (18:00 – 23:00): **5 horas/día**

$$\therefore \# HP_{\text{Marzo}} = (31 \text{ días} - 5 \text{ días}) * 5 \text{ h/día}$$

$$\# HP_{\text{Marzo}} = 130 \text{ horas}$$

Reemplazando en la ecuación de calificación tarifaria obtenemos:

$$\text{Calificación Tarifaria} = \frac{127 \text{ KW.h}}{(6 \text{ KW}) * (130 \text{ h})}$$

$$\text{Calificación Tarifaria} = 0.163$$

Como el factor de calificación es menor a 0.5 el usuario se considera como cliente HFP, aplicando los siguientes gastos en un plan tarifario MT3, ver tabla N° 22.

Tabla 22: Pago de energía eléctrica del mes de marzo – 2017 en tarifa MT3.

MEDIA TENSIÓN – TARIFA MT3	COSTO UNITARIO	CONSUMO	PAGO SIMULADO
Cargo fijo mensual	S/. 6.52 /mes	-	S/. 6.52
Cargo por energía activa en HP (1)	S/. 0.2126 / KW.h	127 KW.h	S/. 27.00
Cargo por energía activa en HFP (1)	S/. 0.1703 / KW.h	16,711 KW.h	S/. 2,845.88
Cargo por potencia activa de generación			
- Cliente Presente en Punta	S/. 49.42 /KW-mes	-	-
- Cliente Fuera de Punta (2)	S/. 24.40 /KW-mes	96 KW	S/. 2,342.40
Cargo por potencia activa de distribución			
- Cliente Presente en Punta	S/. 13.20 KW-mes	-	-
- Cliente Fuera de Punta (3)	S/. 13.42 /KW-mes	104.1257 KW	S/. 1,397.37
Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de energía activa total (4)	S/. 0.0422 KVAR.h	6,106.6 KVAR.h	S/. 257.70
TOTAL			S/. 6,876.87

- (1) Se considera el consumo de energía activa en HP y HFP del mes de marzo – 2017 la factura en este caso es igual a la tarifa eléctrica MT2, ver Tabla N° 22.
- (2) Se considera el consumo de máxima potencia de generación en HFP del mes de marzo – 2017
- (3) Para calcular la potencia activa de distribución se considera el promedio de las dos demandas máximas de los últimos 6 meses incluyendo el mes que se factura sin, en nuestro caso comprendería en periodo octubre – 2016 a marzo – 2017, ver tabla N° 22.

$$PADHP = \frac{107.7911 + 100.4603}{2} = 104.1257 \text{ KW}$$

- (4) El exceso de energía reactiva del mes de marzo – 2017 se calcula mediante la siguiente formula:

$$EER_{Marzo} = ERT_{Marzo} - (30\% * EAT_{Marzo})$$

$$EER_{Marzo} = 11158 \text{ KVAR.h} - (30\% * 16839 \text{ KW.h})$$

$$EER_{Marzo} = 6106.3 \text{ KVAR.h}$$

- **Opción Tarifaria MT4:**

Para realizar los cálculos se tomaron los datos de consumo del mes de marzo – 2017, no se tomaron en cuenta los pagos de Alumbrado Público ni IGV, ver tabla N° 23

El factor de calificación es el mismo que en la opción tarifaria MT3 por lo tanto la evaluación de esta tarifa se hará como cliente HFP.

Tabla 23: Pago de energía eléctrica del mes de marzo – 2017 en tarifa MT4.

MEDIA TENSIÓN – TARIFA MT4	COSTO UNITARIO	CONSUMO	PAGO SIMULADO
Cargo fijo mensual	S/. 6.52 /mes		S/. 6.52
Cargo por energía activa (1)	S/. 0.1808 /KW.h	16,839 KW.h	S/. 3,044.49
Cargo por potencia activa de generación			
- Cliente Presente en Punta	S/. 49.42 /KW-mes		
- Cliente Fuera de Punta (2)	S/. 24.40 /KW-mes	96 KW	S/. 2,342.40
Cargo por potencia activa de distribución			
- Cliente Presente en Punta	S/. 13.20 KW-mes		
- Cliente Fuera de Punta (3)	S/. 13.42 /KW-mes	104.1257 KW	S/. 1,397.37
Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de energía activa total (4)	S/. 0.0422 KVAR.h	6,106.6 KVAR.h	S/. 257.70
TOTAL			S/. 7,048.48

(1) Se considera el consumo de energía activa total del mes de marzo – 2017, ver tabla N° 23.

(2) Se considera el consumo de máxima potencia de generación en HFP del mes de marzo – 2017

- (3) Para calcular la potencia activa de distribución se considera el promedio de las dos demandas máximas de los últimos 6 meses incluyendo el mes que se factura en nuestro caso comprendería en periodo octubre – 2016 a marzo – 2017, ver cuadro N° 23.

$$PADHP = \frac{107.7911 + 100.4603}{2} = 104.1257 \text{ KW}$$

- (4) El exceso de energía reactiva del mes de marzo – 2017 se calcula mediante la siguiente formula:

$$EER_{Marzo} = ERT_{Marzo} - (30\% * EAT_{Marzo})$$
$$EER_{Marzo} = 11158 \text{ KVAR.h} - (30\% * 16839 \text{ KW.h})$$

$$EER_{Marzo} = 6106.3 \text{ KVAR.h}$$

En la siguiente tabla mostramos un resumen los costos en las tarifas en media tensión MT2, MT3 y MT4

Tabla 24: Resumen de costos de energía eléctrica del mes de marzo-2017

Opción Tarifaria	Costo Mensual (S/.)
MT2	4,860.79
MT3	6,876.87
MT4	7,048.48
BT2	7,745.62

Se concluye que, la tarifa en media tensión MT2 es la más económica en todos los casos, siendo la más adecuada para la Curtiembre ya que, si nos acogemos a los que dice la Norma de Opciones Tarifarias, Resolución OSINERMIN-182-2009-OS-CD, si la máxima demanda en HP es significativamente menor con respecto la demanda en HFP, se debe optar por la tarifa en media tensión MT2 siendo este el caso de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C que para en el periodo de mayo-2016 a marzo-2017 tiene una demanda máxima promedio de 9.44 KW y en HFP una máxima demanda promedio de 100.06 KW, es por eso que la Curtiembre debe seguir con esta tarifa MT2 hasta el momento en que sea necesario que la empresa opere en 2 o más turnos.

3.9. Análisis de las mejoras eléctricas:

3.9.1. Mejora del Factor de Potencia:

El factor de potencia actual del sistema eléctrico de la Curtiembre es 0.832, se optó por la instalación de banco de condensadores individual ya que de esta manera no solo dejaremos de pagar por exceso de consumo de energía reactiva, sino que también optimizaremos la instalación eléctrica debido a que la corriente reactiva I_R se abastecerá en el mismo lugar de consumo, también desaparecen las pérdidas por efecto joule en los conductores eléctricos aguas arriba de la instalación.

Se realizará la compensación capacitiva individual a 2 motores de mayor potencia (máquina de rebajar y máquina de descarnar), lo cual será suficiente teniendo en cuenta que la Curtiembre tiene instalado un banco de condensadores automático en la subestación eléctrica.

a) Compensación Capacitiva a Motor 1 (máquina de rebajar):

- Potencia activa actual:

$$P = 37.3 \text{ KW}$$

$$\cos \varphi = 0.68$$

$$\varphi = 47.15^\circ$$

- Potencia reactiva actual:

$$Q_1[\text{KVAR}] = P_T[\text{KW}] * \tan \varphi$$

$$Q_1[\text{KVAR}] = 37.3 [\text{KW}] * \tan 47.15^\circ$$

$$Q_1 = 40.21 \text{ KVAR}$$

Factor de potencia deseable para dejar de pagar energía reactiva:

Consideramos un factor de potencia de 0.99

$$\cos \varphi_{final} = 0.99$$

$$\varphi_{final} = \cos^{-1}(0.99)$$

$$\varphi_{final} = 8.11^\circ$$

- Potencia reactiva después de la compensación:

$$Q_2[KVAR] = P_T[KW] * \tan \varphi$$

$$Q_2[KVAR] = 37.3 [KW] * \tan 8.11^\circ$$

$$Q_2 = 5.31 KVAR$$

- Compensación Capacitiva:

$$Q_C[KVAR] = Q_1[KVAR] - Q_2 [KVAR]$$

$$Q_C = (40.21 - 5.31)[KVAR]$$

$$Q_C = 34.9 [KVAR]$$

por lo tanto, para la máquina de rebajar se necesita un banco de condensadores de 40 KVAR.

b) Compensación Capacitiva a Motor 2 (máquina de descarnar):

- Potencia activa actual:

$$P = 44.76 KW$$

$$\cos \varphi = 0.8$$

$$\varphi = 36.87^\circ$$

- Potencia reactiva actual:

$$Q_1[KVAR] = P_T[KW] * \tan \varphi$$

$$Q_1[KVAR] = 44.76 [KW] * \tan 36.87^\circ$$

$$Q_1 = 33.57 KVAR$$

Factor de potencia deseable para dejar de pagar energía reactiva:

Consideramos un factor de potencia de 0.99

$$\cos \varphi_{final} = 0.99$$

$$\varphi_{final} = \cos^{-1}(0.99)$$

$$\varphi_{final} = 8.11^\circ$$

- Potencia reactiva después de la compensación:

$$Q_2[KVAR] = P_T[KW] * \tan \varphi$$

$$Q_2[KVAR] = 44.76 [KW] * \tan 8.11^\circ$$

$$Q_2 = 6.37 KVAR$$

- Compensación Capacitiva:

$$Q_C[KVAR] = Q_1[KVAR] - Q_2 [KVAR]$$

$$Q_C = (33.57 - 6.37)[KVAR]$$

$$Q_C = 27.2 [KVAR]$$

Por lo tanto, para la máquina de rebajar se necesita un banco de condensadores de 30 KVAR.

De esta manera reducimos las siguientes perdidas de potencia:

➤ **Reducción de pérdidas en transformador:**

Perdida de potencia actual: 4.67 KW, ver anexo B.

$$P_{P-Final} = P_{P-Inicial} * \left(\frac{\cos \varphi_{inicial}}{\cos \varphi_{final}} \right)^2$$

$$P_{P-Final} = 4.67 \text{ KW} * \left(\frac{0.832}{0.99} \right)^2$$

$$P_{P-Final} = 3.29 \text{ KW}$$

$$\text{Reducción } P_{P-final \text{ traf.}} = 4.67 \text{ KW} - 3.29 \text{ KW}$$

$$\text{Reducción } P_{P-final \text{ traf.}} = 1.38 \text{ KW}$$

- **Ahorro de Energía Activa:**

$$\text{Ahorro} = 1.38 \text{ KW} * 24 \frac{h}{d} * 30 \frac{d}{mes} * 12 \frac{meses}{año}$$

$$\text{Ahorro} = 11923.2 \frac{\text{KWh}}{\text{año}}$$

- **Ahorro de Energía Reactiva:**

Consumo de energía reactiva promedio: $11288.56 \frac{\text{KVARh}}{\text{mes}}$,
ver tabla 07.

$$\text{Ahorro} = 11288.56 \frac{\text{KVARh}}{\text{mes}} * 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}}$$

$$\text{Ahorro} = 135462.72 \frac{\text{KVARh}}{\text{año}}$$

- **Ahorro Económico:**

$$\text{Ahorro}_{EA} = 11923.2 \frac{\text{KWh}}{\text{año}} * \frac{0.1703 \text{ NS}}{\text{KWh}}$$

$$\text{Ahorro}_{EA} = 2030.51 \frac{\text{NS}}{\text{año}}$$

$$Ahorro_{ER} = 135462.72 \frac{KVARh}{año} * \frac{0.0422 NS}{KVARh}$$

$$Ahorro_{ER} = 5716.52 \frac{NS}{año}$$

Con la instalación de un banco de los bancos de condensadores individual obtendremos un ahorro en consumo de energía eléctrica de 7747.03 NS/AÑO

➤ **Aumento de Rendimiento del transformador debido a la mejora del factor de potencia:**

$$\eta_{oper Tr.}[\%] = \frac{S_n[KVA] * \cos \varphi * \alpha_{oper}}{S_n[KVA] * \cos \varphi * \alpha_{oper} + P_{Fe}[KW] + \alpha_{oper}^2 * P_{nCu}[KW]}$$

$$\eta_{oper Tr.}[\%] = \frac{320 KVA * 0.99 * 0.2056}{320 [KVA] * 0.99 * 0.2056 + 0.77 [KW] + (0.2056)^2 * 3.9 [KW]} * 100$$

$$\eta_{oper Tr.} = 98.59 \%$$

Con la mejora del factor de potencia también se eleva el rendimiento de operación del transformador.

3.9.2. Reemplazo de conductor de 185 mm²:

Se pretende cambiar el conductor NYY 185 mm² por el conductor NYY 240 mm² en los tramos 5 – 6, 6 – 7 y 7 – 8, debido a que en estos tramos la pérdida de potencia es considerable y la temperatura de operación en el tramo 7 – 8 supera a la temperatura máxima de operación del conductor.

El nuevo conductor tendrá las siguientes características:

Tipo de cable: NYY – Trifásico.

Sección Transversal: 240 mm²

Tipo de Instalación: Enterrado.

Temperatura máxima de operación: 80°C

Longitud Total: 105 metros

Intensidad Nominal del Conductor Enterrado: 470 A

Se procede a realizar el análisis en el nuevo conductor NYY – 240 mm²

$$\Delta U_{3x240mm^2} [V] = K * I_n * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

Dónde:

R = Resistencia del conductor = $0.0754 \frac{\Omega}{Km}$, ver tabla 12

X = Inductancia del conductor = $0.088 \frac{\Omega}{Km}$, ver tabla 12

L = Longitud del conductor [Km]

ΔU = Caída de Tensión [V]

K = Constante de tipo de alimentación = 3 por ser sistema trifásico.

I_N = Corriente Nominal de la Instalación.

φ = Angulo de Fase de la impedancia de la carga: 8.11°

a) Caída de Tensión en conductor NYY – 240 mm² por Tramos:

- **Tramo 5-6:** La Intensidad en el tramo 5 – 6 es $193.75 + 74.07 = 267.82 \text{ A}$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 5-6} [V] = 3 * 267.82 * 0.015 * (0.0754 * \cos 8.11 + 0.088 * \sin 8.11)$$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 5-6} = 1.05 \text{ V}$$

$$T_{Op \text{ } 5-6} [^{\circ}\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{267.82}{470} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$42.85^{\circ}\text{C} \leq 80^{\circ}\text{C}$$

- **Tramo 6-7:** La Intensidad en el tramo 6 – 7 es $267.82 + 62.42 = 330.24 \text{ A}$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 6-7} [V] = 3 * 330.24 * 0.015 * (0.0754 * \cos 8.11 + 0.088 * \sin 8.11)$$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 6-7} = 1.29 \text{ V}$$

$$T_{Op \text{ } 6-7} [^{\circ}\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{330.24}{470} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$52.15^{\circ}\text{C} \leq 80^{\circ}\text{C}$$

- **Tramo 7-8:** La Intensidad en el tramo 7 – 8 es $330.24 + 82.54 = 412.78 \text{ A}$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 7-8} [V] = 3 * 412.78 * 0.015 * (0.0754 * \cos 8.11 + 0.088 * \sin 8.11)$$

$$\Delta U_{\text{Tramo } 7-8} = 1.61 \text{ V}$$

$$T_{Op \text{ } 7-8} [^{\circ}\text{C}] = 25 + (80 - 25) * \left(\frac{412.78}{470} \right)^2 \leq 80^{\circ}\text{C}$$

$$67.42^{\circ}\text{C} > 80^{\circ}\text{C}$$

Se observa que con este conductor se reduce la temperatura de operación de 82.13°C hasta 67.42°C , estando por debajo de la temperatura máxima de operación brindando mayor seguridad a la instalación eléctrica.

b) Potencia Perdida en Conductor NYY – 240 mm²:

$$P_{p-NYY\ 240mm^2}[KW] = \frac{\sqrt{3} * \Delta U[V] * I_L[A] * \cos\varphi}{1000}$$

- Tramo 1-2:

$$P_{p\ 1-2}[KW] = \frac{\sqrt{3} * 0.337\ V * 57.37\ A * 0.86}{1000}$$

$$P_{p\ 1-2} = 0.0288\ KW$$

- Tramo 2-3:

$$P_{p\ 2-3}[KW] = \frac{\sqrt{3} * 0.606\ V * 103.07\ A * 0.86}{1000}$$

$$P_{p\ 2-3} = 0.093\ KW$$

- Tramo 3-4:

$$P_{p\ 3-4}[KW] = \frac{\sqrt{3} * 0.78\ V * 132.52\ A * 0.86}{1000}$$

$$P_{p\ 3-4} = 0.154\ KW$$

- Tramo 4-5:

$$P_{p\ 4-5}[KW] = \frac{\sqrt{3} * 1.14\ V * 193.75\ A * 0.86}{1000}$$

$$P_{p\ 4-5} = 0.329\ KW$$

- Tramo 5-6:

$$P_{p\ 5-6}[KW] = \frac{\sqrt{3} * 1.05\ V * 267.82\ A * 0.99}{1000}$$

$$P_{p\ 5-6} = 0.48\ KW$$

- **Tramo 6-7:**

$$P_{p\ 6-7}[KW] = \frac{\sqrt{3} * 1.29\ V * 330.24\ A * 0.99}{1000}$$

$$P_{p\ 6-7} = 0.73\ KW$$

- **Tramo 7-8:**

$$P_{p\ 7-8}[KW] = \frac{\sqrt{3} * 1.61\ V * 412.78\ A * 0.99}{1000}$$

$$P_{p\ 7-8} = 1.14\ KW$$

- **Potencia Perdida Total en el Nuevo Conductor Eléctrico NYY – 240 mm2:**

$$P_{p\ total}\ [KW] = P_{p\ 1-2} + P_{p\ 2-3} + P_{p\ 3-4} + P_{p\ 4-5} + P_{p\ 5-6} + P_{p\ 6-7} + P_{p\ 7-8}$$

$$P_{p\ total}\ [KW] = 0.0288 + 0.093 + 0.154 + 0.329 + 0.48 + 0.73 + 1.14$$

$$P_{p\ total\ 240\ mm2} = 2.95\ KW$$

c) Ahorro de Energía Activa:

$$Reducción\ P_{p-cond\ NYY-240mm2} = 6.84 - 2.95$$

$$Reducción\ P_{p-cond\ NYY-240mm2} = 3.89\ KW$$

$$Ahorro = 3.89\ KW * 15.5 \frac{h}{d} * 28 \frac{d}{mes} * 12 \frac{meses}{año}$$

$$Ahorro = 20259.12 \frac{KWh}{año}$$

d) Ahorro Económico:

$$Ahorro_{EA\ cond\ 240\ mm2} = 20259.12 \frac{KWh}{año} * \frac{0.1703\ NS}{KWh}$$

$$Ahorro_{EA} = 3450.12 \frac{NS}{año}$$

3.9.3. Reemplazo de motores estándar por motores de alta eficiencia:

Se pretende reemplazar los motores estándar de mayor potencia de la Curtiembre por motores Premium de alta eficiencia de la misma potencia.

Características de motor de alta eficiencia (ver anexo C):

- Marca: WEG
- Voltaje: 400 V
- Frecuencia: 60 Hz
- Carga de operación: 75%
- Rendimiento a 75%: 96.6%
- Factor de Potencia a 75%: 0.78

a) *Potencia Absorbida por el Motor Premium:*

$$P_{abs-M Premium}[KW] = \frac{P_U[KW]}{\eta_{ME-Premium}}$$
$$P_{abs-M Premium}[KW] = \frac{38.025[KW]}{0.966}$$
$$P_{abs-M Premium} = 39.36 KW$$

b) *Reducción de potencia por cambio de motores:*

$$\Delta P_{abs}[KW] = N^{\circ}_{ME} * (P_{abs M-estandar} - P_{abs M-Premium})$$

$$\Delta P_{abs}[KW] = 6 * (44.55 - 39.36)KW$$

$$\Delta P_{abs} = 31.14 KW$$

c) *Pérdida de potencia en motores eléctricos trifásicos de la Curtiembre:*

$$P_{P-ME} [kw] = 6 * (P_{Abs} - P_{\acute{u}til})$$

$$P_{P-ME} [kw] = 6 * (39.36 - 38.025)KW = 8.01 KW$$

d) Ahorro Económico:

$$Ahorro \left[\frac{NS}{año} \right] = 31.14KW * 15.5 \frac{h}{d} * 27 \frac{d}{mes} * 12 \frac{meses}{año} * 0.1703 \frac{NS}{KWh}$$
$$Ahorro = 26632.38 \frac{NS}{año}$$

3.9.4. Mejora en el Sistema de Iluminación:

Se evalúa la factibilidad de cambiar los tubos fluorescentes de la Curtiembre T12 – 40 W por tubos fluorescentes T8 – 36 W, que iluminan igual, pero consumiremos 4 W menos por cada tubo fluorescente.

a) Ahorro de Energía Eléctrica:

$$Ahorro_{EA} \left[\frac{KWh}{año} \right] = \frac{(40 - 32) W}{1000} * 146_{Tubos} * 24 \frac{h}{dia} * 30 \frac{d}{mes} * 12 \frac{meses}{año}$$
$$Ahorro_{EA} = 10091.52 \frac{KWh}{año}$$

b) Ahorro Económico:

$$Ahorro_{económico} \left[\frac{NS}{año} \right] = 10091.52 \frac{KWh}{año} * 0.1703 \frac{NS}{KWh}$$
$$Ahorro_{económico} = 1718.58 \frac{NS}{año}$$

c) Pérdida de potencia total de los fluorescentes:

$$P_{P-T} [W] = P_{nom-T} [W] - P_{útil-T} [W]$$

$$P_{P-T} [W] = 5840 [W] - 4672 [W]$$

$$P_{P-T} = 1168 [W] = 1.168 [KW]$$

Diagrama de Sankey después de las mejoras propuestas

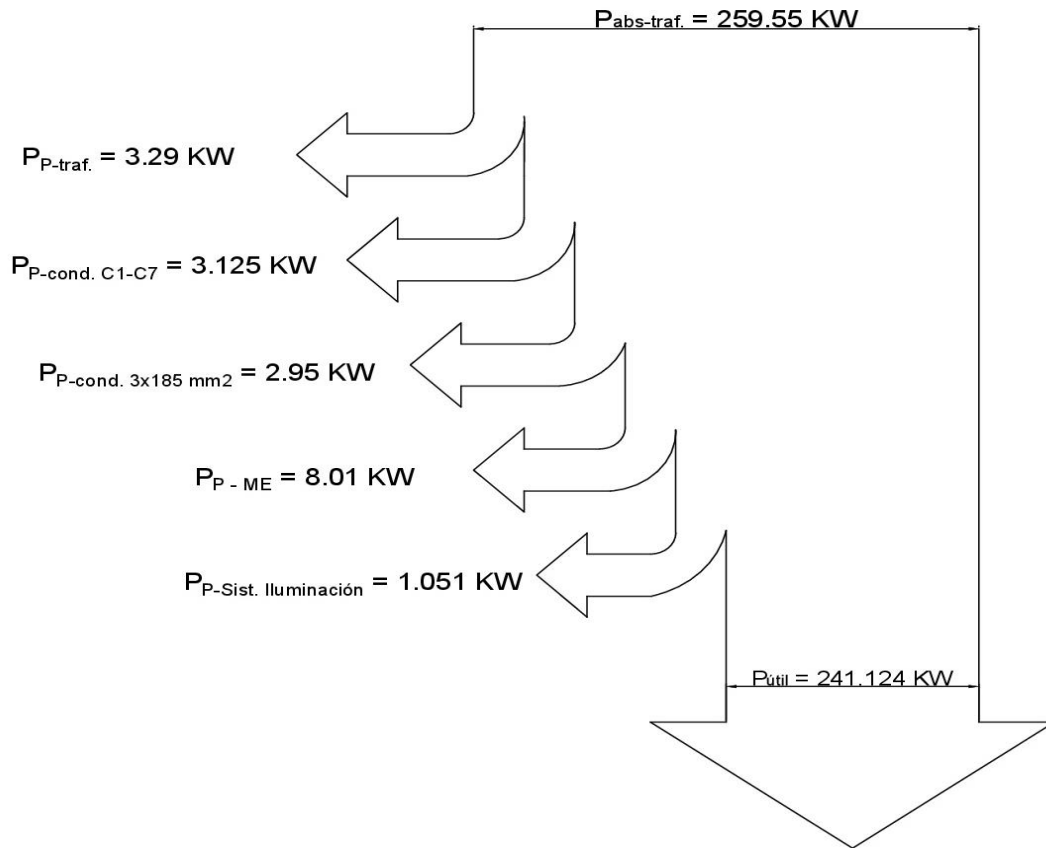


Figura 38: Nuevo Diagrama de Sankey de Distribución de Potencias.

- Nuevo Rendimiento eléctrico de la planta:

$$\eta_{elec-planta}[\%] = 1 - \frac{\sum P_p}{P_{abs-traf}} * 100$$

$$\eta_{elec-planta}[\%] = 1 - \frac{18.426 \text{ KW}}{259.55 \text{ KW}} * 100$$

$$\eta_{elec-planta} = 92.9 \%$$

Al realizar las mejoras propuestas el rendimiento eléctrico de la planta aumentará en un 13.33%.

Después de realizar las mejoras propuestas en el sistema eléctrico de la Curtiembre, proyectamos el nuevo esquema de distribución:

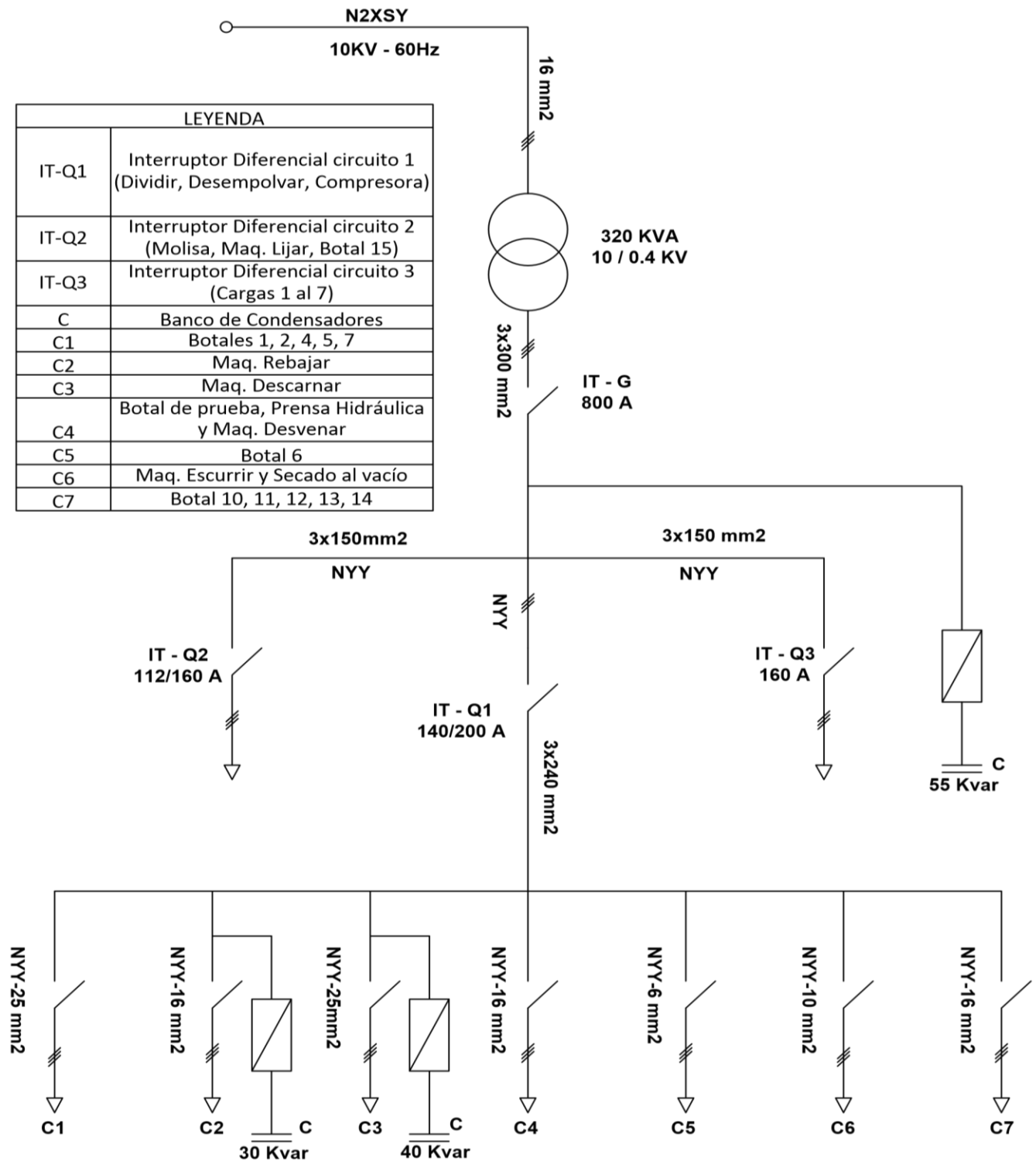


Figura 39: Esquema de Distribución Eléctrica Projectado de la Curtiembre.

3.10. Propuesta de Plan de Gestión de Energía Eléctrica:

Con la propuesta de un plan de gestión de energía eléctrica pretendemos implementar acciones para mejorar el sistema eléctrico de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C.

El Plan de Gestión de Energía Eléctrica contara con 3 etapas, las cuales se detallarán a continuación:

3.10.1. Uso eficiente de la energía eléctrica:

Tabla 25: Plan de Acción 1.

PLAN		
Capacitación sobre el manejo eficiente de la energía eléctrica		
Acción	Costo (S/.)	Tiempo
Elaborar presentaciones para los trabajadores de la Curtiembre	-	2 meses
Brindar Talleres sobre eficiencia energética	2000	3 meses
Asesoría especializada en ingeniería de sistemas eléctricos	5000	1 mes

3.10.2. Disminución de energía eléctrica:

Tabla 26: Plan de Acción 2.

PLAN		
Compensación de la energía reactiva mediante la corrección del factor de potencia		
Acción	Costo (S/.)	Tiempo
Cotizar el banco de condensadores según capacidad establecida en el análisis	-	2 semanas
Instalación del banco de condensadores	6000	4 semanas

Tabla 27: Plan de Acción 3.

PLAN		
Implementación del sistema de iluminación de la Curtiembre		
Acción	Costo (S/.)	Tiempo
Cotizar y solicitar luminarias propuestas (fluorescentes T8)	-	2 semanas
Reemplazar fluorescentes T12 por T8	1300	2 días

Tabla 28: Plan de Acción 4.

PLAN		
Implementación de tecnología de alta eficiencia		
Acción	Costo (S/.)	Tiempo
Reemplazar conductores eléctricos de acuerdo con el análisis	3000	2 semanas
Reemplazar motor eléctrico de baja eficiencia por motor de alta eficiencia	22000	2 semanas

Tabla 29: Plan de Acción 5.

PLAN		
Acciones para optimizar rendimiento del sistema eléctrico		
Acción	Costo (S/.)	Tiempo
Establecer una política de rebobinado de motores eléctricos, no más de 3 veces	-	2 semanas
Estandarizar programa de mantenimiento preventivo a tableros generales	-	3 semanas
Implementar plan de verificación de la temperatura de conductores y transformador	-	1 semana
verificación de rodajes de los motores eléctricos, así como medición del aceite del transformador	-	1 semana

3.10.3. Gestión de la energía eléctrica:

Tabla 30: Plan de Acción 6.

PLAN		
Administración de la demanda máxima de la Curtiembre		
Acción	Costo (S/.)	Tiempo
Instalación de un medidor electrónico	1000	1 día

3.11. Análisis Económico Financiero:

Se estiman los ahorros anuales, así como las inversiones realizadas en las mejoras propuestas:

Tabla 31: Resumen del Ahorro Económico de Energía Eléctrica Anual.

AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA		
Mejora	Ahorro Anual	
	KW.h	S/.
Corrección del Factor de Potencia	11923.2	2030.51
	135462.72 KVAR.h	5716.52
Conductor Eléctrico	20259.12	3450.12
Motores de Alta Eficiencia	156385.08	26632.38
Sistema de Iluminación	10091.52	1718.58
TOTAL	198658.92	39548.08

Tabla 32: Resumen de Inversión en mejoras del sistema eléctrico.

INVERSIÓN	
<i>Acción y/o Mejora</i>	<i>Costo Total (S/.)</i>
Talleres sobre eficiencia energética	2000
Asesoría especializada en ingeniería de sistemas eléctricos	5000
Implementación de banco de condensadores	6000
Implementación de Tubos Fluorescentes T8	1300
Implementación de Conductores Eléctricos	3000
Implementación de motores de alta eficiencia	24000
Implementación de un medidor electrónico	1000
TOTAL	42300

3.11.1. Valor Actual Neto (VAN):

Para que el proyecto sea aceptado el VAN debe ser mayor a cero, caso contrario el proyecto se rechaza.

$VAN > 0$; Se acepta el proyecto

$VAN \leq 0$; Se rechaza el proyecto

La ecuación para calcular el VAN es la siguiente:

$$VAN = \sum \frac{v_n}{(1 + k)^n}$$

Donde:

V_n : Flujo de caja en cada periodo n

n: Numero de periodos (10 años)

k: Tasa de interés (8%)

Tabla 33: Pago del préstamo realizado para las mejoras propuestas.

Inversión					
Descripción		Monto (S/.)			
Equipos, herramientas, instrumentos, cursos		42,300			
Total, Inversión del Proyecto		42,300			
FINANCIAMIENTO					
Descripción		Monto (S/.)			
Aporte propio, % Inversión total	10%	4230			
Financiamiento		38070			
Total, inversión		42300			
Condiciones del Financiamiento					
Descripción		Monto (S/.)			
Préstamo		38,070			
Tasa efectiva anual		8.00%			
Tasa efectiva mensual		0.64%			
Plazo, meses pago de préstamo bancario		12			
Cuota mensual, Soles/mes		3,307			
Plan de Pagos mensuales del financiamiento bancario					
Mes	Préstamo	Interés	Amortización	Cuota	Saldo
1	S/. 38,070	S/. 245	S/. 3,062	S/. 3,307	S/. 35,008
2	S/. 35,008	S/. 225	S/. 3,081	S/. 3,307	S/. 31,927
3	S/. 31,927	S/. 205	S/. 3,101	S/. 3,307	S/. 28,825
4	S/. 28,825	S/. 185	S/. 3,121	S/. 3,307	S/. 25,704
5	S/. 25,704	S/. 165	S/. 3,141	S/. 3,307	S/. 22,563
6	S/. 22,563	S/. 145	S/. 3,162	S/. 3,307	S/. 19,401
7	S/. 19,401	S/. 125	S/. 3,182	S/. 3,307	S/. 16,219
8	S/. 16,219	S/. 104	S/. 3,202	S/. 3,307	S/. 13,017
9	S/. 13,017	S/. 84	S/. 3,223	S/. 3,307	S/. 9,794
10	S/. 9,794	S/. 63	S/. 3,244	S/. 3,307	S/. 6,550
11	S/. 6,550	S/. 42	S/. 3,265	S/. 3,307	S/. 3,286
12	S/. 3,286	S/. 21	S/. 3,286	S/. 3,307	S/. 0

La cuota mensual a pagar será de 3307 soles y se terminará de pagar en 12 meses, ver tabla 33.

Tabla 34: Flujo Neto de Caja del Proyecto de Inversión.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Egresos											
Inversión Inicial (S/.)	-42300										
Total, Egresos (S/.)	-42300										
Ingresos											
Corrección del Factor de Potencia (S/.)	0	7747	7747	7747	7747	7747	7747	7747	7747	7747	7747
Implementación de conductores eléctricos (S/.)	0	3450.12	3450.12	3450.12	3450.12	3450.12	3450.12	3450.12	3450.12	3450.12	3450.12
Reemplazo de motores 129 eléctricos (S/.)	0	26632.38	26632.38	26632.38	26632.38	26632.38	26632.38	26632.38	26632.38	26632.38	26632.38
Reemplazo de Luminarias (S/.)	0	1718.58	1718.58	1718.58	1718.58	1718.58	1718.58	1718.58	1718.58	1718.58	1718.58
Total, Ingresos (S/.)	0	39548.08	39548.08	39548.08	39548.08	39548.08	39548.08	39548.08	39548.08	39548.08	39548.08
Utilidad Neta (S/.)	-42300	39548.08	39548.08	39548.08	39548.08	39548.08	39548.08	39548.08	39548.08	39548.08	39548.08

$\therefore \text{VAN} = \text{S/}.223,070.84 > 0$; (El proyecto se Acepta).

3.11.2. Tasa Interna de Retorno (TIR):

Para calcular la TIR se usa la siguiente ecuación:

$$TIR[\%] = \sum \frac{F_n}{(1+i)^n}$$

$TIR > k$; Se acepta el proyecto

$TIR \leq k$; Se rechaza el proyecto

Donde:

F_n : Flujo de caja neto en cada periodo n

n: Numero de periodos (10 años)

i: Tasa de interés

Para nuestro proyecto la Tasa Interna de Retorno es:

$TIR = 93\% > k$; El proyecto se acepta.

3.11.3. Beneficio / Costo (B/C):

$$\frac{B}{C} = \frac{VAN + I_0}{I_0}$$
$$\frac{B}{C} = \frac{223,070.84 + 42300}{42300}$$
$$\frac{B}{C} = 6.27$$

La Curtiembre Piel Trujillo S.A.C tiene una relación Beneficio / Costo de 6.27, esto quiere decir que la Curtiembre recupera su inversión y obtiene una mejora en la eficiencia del sistema eléctrico.

3.11.4. Período de Retorno de la Inversión:

Para calcular el tiempo del retorno de la inversión tenemos la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo} = \text{último periodo con flujo negativo} + \frac{\text{último valor del flujo negativo}}{\text{valor de flujo de caja del sgte periodo}}$$

$$\text{Tiempo} = 1 + \frac{(42300 - 39548.08)}{39548.08}$$

$$\text{Tiempo} = 1.07 \text{ años}$$

$$\text{Tiempo} = 12.83 \text{ meses}$$

Tabla 35: Resumen del Análisis Económico Financiero.

Descripción	Valor (S/.)
Inversión	42300
Ahorro	37548.08
Valor Actual Neto (VAN)	223070.84
Tasa Interna de Retorno (TIR) %	93%
Relación Beneficio / Costo	6.27
Periodo de Recuperación de la Inversión	1.07 años

Se concluye que, el periodo de retorno de la inversión es de 1.07 años, con un TIR de 93%, el VAN 223.070.84 NS y la relación Beneficio/Costo es de 6.27.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

El objetivo principal de esta investigación es reducir los costos de producción de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C, optimizando el sistema eléctrico mediante un plan de gestión de energía eléctrica, sin afectar la productividad.

El análisis de los resultados que obtuvimos puede confirmar nuestra hipótesis ya que, se puede observar que mediante el análisis del sistema eléctrico actual de la Curtiembre podemos proponer mejoras en dicho sistema, el cual conlleva a la reducir significativamente el consumo de energía eléctrica logrando un ahorro económico de 39548.08 NS/año.

Salgado Muñoz, en su tesis aplicada a una empresa del sector alimentos, implementó un equipo de medición para para controlar la demanda máxima logrando que la empresa tenga un factor de calificación < 0.5 calificando como usuario fuera de punta en tarifa MT3 obteniendo un ahorro económico de S/. 51627 al año.

En esta investigación se analizaron las tarifas MT2, MT3 y MT4 haciendo uso de los pliegos tarifarios emitidas por Osinergmin y las guías de Orientación para la selección de tarifa eléctrica a usuarios en media tensión establecidas por el Ministerio de Energía y Minas, comprobando que la Curtiembre debería quedarse en la tarifa que está actualmente MT2 ya que en las tarifas MT3 y MT4 los pagos por consumo de energía eléctrica serían mayores.

Los costos en las diferentes tarifas son las siguientes:

Opción Tarifaria	Costo Mensual (S/.)
MT2	4,860.79
MT3	6,876.87
MT4	7,048.48
BT2	7,745.62

Mena Rodríguez en su tesis aplicada a la Universidad César Vallejo – Campus Trujillo realizó un estudio del factor de potencia con datos de potencia activa y potencia reactiva brindados por Hidrandina obteniendo los siguientes resultados:

Tiempo	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAR)	Potencia Aparente (kVA)	Factor de Potencia
17/10/16				
01:00	71.8635	13.3636	73.0951	0.983
02:00	67.6635	10.5818	68.4859	0.987
03:00	65.8908	10.1727	66.6714	0.988
04:00	69.3817	11.2090	70.2813	0.987
05:00	67.6635	10.5818	68.4859	0.987
06:00	76.8271	12.7363	77.8756	0.986
07:00	121.9089	11.6727	122.4664	0.995
08:00	247.3906	81.2181	260.3814	0.950
09:00	278.2088	76.8817	288.6363	0.963
10:00	317.2633	93.7908	330.8363	0.958
11:00	342.4087	110.4544	359.7831	0.951
12:00	334.6905	104.1544	350.5222	0.954
13:00	304.3906	86.3726	316.4077	0.962
14:00	288.6815	72.3544	297.6107	0.969
15:00	297.6269	72.9544	306.4377	0.971
16:00	282.0269	68.5635	290.2414	0.971
17:00	307.4724	90.8999	320.6276	0.958
18:00	343.4996	134.8907	369.0358	0.930

Asimismo, concluyó que para mejorar el factor de potencia a 0.96 la capacidad del banco de condensadores a instalar sería de 50 KVAR de tipo automático generando un ahorro de 3343.50 NS/año por consumo de energía reactiva.

En esta investigación la estimación del factor de potencia se realizó analizando los datos de potencia y energía de la facturación eléctrica de la Curtiembre los últimos 12 meses obteniendo un factor de potencia promedio de 0.832. Los datos obtenidos fueron los siguientes:

Mes	Energía Activa Total (KW.h)	Energía Activa HP (KW.h)	Energía Activa HFP (KW.h)	Energía Reactiva (KVAR.h)	Potencia Activa HP (KW)	Potencia Activa HFP (KW)	Factor de Potencia	Potencia Reactiva HP (KVAR)	Potencia Reactiva HFP (KVAR)
may-16	19,095.75	147.6	18,948.15	12,521.4	7.38	105.16	0.836	4.84	68.9727
jun-16	16,322.1	159.9	16,162.20	11,488.2	14.14	110.7	0.817	9.93	77.931
jul-16	15,215.1	141.45	15,073.65	9,526.35	16.61	101.47	0.847	10.41	63.55
ago-16	17,646.08	181.28	17,464.8	12,528.55	19.68	106.26	0.815	13.97	75.576
sep-16	17,991.22	151.04	17,840.18	12,929.32	14.27	100.63	0.812	10.26	72.33
oct-16	15,748.95	154.1	15,594.86	10,528.81	3.86	100.46	0.831	2.58	67.17
nov-16	14,548.34	101.92	14,446.37	9,751.39	2.81	90.78	0.83	1.88	60.863
dic-16	19,996.46	128.79	19,867.67	13,734.31	10.65	107.79	0.824	7.32	74.034
ene-17	16,957.42	122.39	16,835.13	10,658.08	4.827	95.52	0.846	3.03	60.054
feb-17	15,795.39	107.85	15,687.54	9,349.29	3.843	85.94	0.86	2.27	50.88
mar-17	16,839	127	16,711	11,158	6	96	0.833	3.97	63.612
Promedio	16,923.25	138.48	16,784.69	11,288.52	9.46	100.07	0.832	6.41	66.82

Por otro lado, a diferencia de Mena Rodríguez que optó por una banco de condensadores del tipo automático, en esta investigación para mejorar el factor de potencia de 0.832 a 0.99 se optó por la instalación de dos bancos de tipo individual con una capacidad de 40 y 30 KVAR cada uno, debido a que; de esta manera no solo dejaremos de pagar por exceso de consumo de energía reactiva, sino que también optimizaremos la instalación eléctrica debido a que la corriente reactiva I_R se abastecerá en el mismo lugar de consumo, también desaparecen las pérdidas por efecto joule en los conductores eléctricos aguas arriba de la instalación, teniendo un ahorro de 7747.03 NS/año.

Lozano Chávez en su tesis aplicada a la Planta Pampa Larga minera Yanacocha determino el factor de potencia con valores obtenidos de la factura eléctrica de la empresa obteniendo un factor de potencia de 0.772.

Realizó el cálculo de la capacidad del banco de condensadores de forma individual obteniendo los siguientes resultados:

Para el taller de mantenimiento propone un banco de condensadores de 13 KVAR.

Instalación Control Room Merrill Crowe se propone la instalación de un banco de condensadores de 10 KVAR.

En Control Room AW se propone la instalación de un banco de condensadores de 4 KVAR

Instalación Posta Medica propone la instalación de un banco de condensadores de 5 KVAR.

Similarmente en esta investigación se realizó opto por la instalación de un banco de condensadores de forma individual, ya que según los cálculos realizados este tipo de instalación nos permite un mayor ahorro económico debido a que las pérdidas en conductores y transformador disminuirán en un 13.33%.

V. CONCLUSIONES:

- Se realizó la descripción actual de la empresa mediante la recolección detallada de datos del sistema eléctrico obtenida de fichas técnicas, planos, observación en planta, se realizaron mediciones de los parámetros eléctricos y temperatura de conductores mediante el uso de equipos de medición.
- Se realizó un balance de energía activa y reactiva con los datos obtenidos de la facturación eléctrica de los 12 últimos meses, de esta manera se obtuvo un promedio de 60.67 % de exceso de energía reactiva sobrepasando el 30% permitido por la concesionaria, ocasionando un pago por exceso de consumo de energía reactiva.
- Se analizó la subestación principal de la Curtiembre la cual consta de un transformador de 320 KVA con relación de transformación de 10/0.4 KV que opera con un rendimiento de 98.32% teniendo un rendimiento máximo de 98.70%.
- Se comprobó que el banco de condensadores instalado con una capacidad de 110 KVAR no está operando correctamente ya que el factor de potencia actual encontrado es de 0.832 siendo necesario implementar las 2 cargas de mayor potencia con un banco de condensadores individual de 30 KVAR Y 40 KVAR respectivamente.
- Se evaluó el dimensionamiento de los conductores eléctricos del circuito IT-C1, verificando que en el conductor NYY de 185 mm^2 en el tramo 7 – 8 la temperatura de operación es $82.13 \text{ }^{\circ}\text{C}$ la cual sobrepasa a la temperatura máxima de $80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ lo cual indica que el conductor está operando con sobrecalentamiento, esto puede producir incendios en la instalación siendo necesario cambiar el conductor de este tramo.

- La Curtiembre cuenta con motores estándar de baja eficiencia los cuales se analizaron obteniendo como resultado una gran pérdida de potencia de 40.35 KW, se calculó que con la instalación de motores Premium de alta eficiencia estas pérdidas disminuirán a 8.01 KW generando un importante ahorro económico de 26632.38 NS/año.
- Los tubos fluorescentes T12 de 40 W fueron reemplazados por tubos fluorescentes T8 de 36 W logrando un ahorro económico de 1718.58 NS/año.
- Se concluyó que la Curtiembre debe permanecer en la tarifa en media tensión MT2, debido a que es la más económica con un costo mensual de S/. 4860.79, la tarifa MT3 con un costo de S/. 6876.87 y la tarifa MT4 con un costo de S/. 7048.48.
- Con el diagnóstico de la situación actual de la Curtiembre se evaluaron propuestas de mejora como son la corrección del factor de potencia mediante la instalación de un banco de condensadores individual, reemplazo de conductor NYY, cambio de motores estándar por motores Premium y sustitución total de fluorescentes T12 por fluorescentes T8, lo cual generó un ahorro de energía de 198658.92 KWh/año representando un ahorro económico total de 39548.08 NS/año
- Con la implementación de un Plan de Gestión de Energía Eléctrica se pudo mejorar la eficiencia de sistema eléctrico reduciendo las pérdidas de potencia, generando un ahorro económico disminuyendo el consumo de energía eléctrica.
- Se concluyó que el periodo de retorno de la inversión es de 11.16 meses, con un TIR de 93%, el VAN 223.070.84 NS y la relación Beneficio/Costo es de 6.27, por esta razón se obtiene que el proyecto es factible económicamente.

VI. RECOMENDACIONES:

- La Curtiembre Piel Trujillo S.A.C debe contar con personal técnico calificado encargados de verificar los planos eléctricos, inspeccionar el suministro eléctrico, tomar mediciones y realizar el mantenimiento preventivo y correctivo a las maquinas eléctricas.
- Se recomienda la instalación de un grupo electrógeno para realizar mantenimiento preventivo a la subestación eléctrica sin afectar el funcionamiento normal de la planta.
- Para complementar esta investigación se recomienda realizar un estudio detallado de los factores que afectan el buen funcionamiento del banco de condensadores como son las armónicas y verificar el comportamiento de estas en el suministro eléctrico.
- Se recomienda realizar la implementación de un programa de auditoria energética al sistema eléctrico para mejorar la eficiencia de la planta y obtener mayor ahorro de energía.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ARIAS SANCHEZ, Luis. "Auditoria Energética del Sistema de Iluminación de una Entidad Bancaria" Universidad Simón Bolívar. Sartenejas, 2011.
- DOUGLASS, John G. "Efficacy of Methods for Estimating In-Service Motor Efficiency," Washington State University Cooperative Extension Energy Program report prepared for the Pacific Gas and Electric Company and the Bonneville Power Administration, June 1997.
- ENRÍQUEZ HARPER, G. *El ABC de las instalaciones eléctricas industriales*. México: Limusa, 2005. ISBN: 968-18-1935-7.
- LOZANO CHAVEZ, Luis. "Evaluación de las instalaciones eléctricas en baja tensión para mejorar la calidad de la energía eléctrica de la planta pampa larga minera Yanacocha S.R.L. Cajamarca". Universidad César Vallejo. Cajamarca, 2016.
- McCoy, Gilbert A. and John G. Douglass, "Energy Efficient Electric Motor Selection Handbook," U.S. Department of Energy, DOE/GO-10096-290, August 1996.
- MENA RODRIGUEZ, Kevin. "Estudio Del Ahorro Energético En El Sistema Eléctrico De La Universidad Cesar Vallejo – Campus Trujillo". Universidad César Vallejo. Trujillo, 2016.
- Ministerio de Energía y Minas. "Perú, Sector Eléctrico 2010". Dirección General de Electricidad. Lima – Perú. 2010.
- Ministerio de Energía y Minas. *"Proyecto para el Ahorro de Energía - Electricidad"*. 1º Edición: PAE. Lima – Perú. 1999.
- OPTIMAGRID. "Buenas prácticas en el ahorro de energía eléctrica en la empresa. 2016, España.
- OSINERGMIN. "Guía para la orientación para la selección de tarifa eléctrica para usuarios en media tensión". 2011.

- PALADINES ERAS, Paúl. “Auditoría Eléctrica a la Fábrica de Cartones Nacionales Cartopel”. Universidad Politécnica Salesiana. 2012.
- PARLÁ RUIZ, A y FÉRNANDEZ SURÍ, I., “Estudio de la eficiencia energética Hotel del sol cayo Santa María”. 2007, XVI fórum de ciencia técnica.
- QUISPE. M. “Aplicación de la eficiencia energética a la implementación de una planta de alimentos balanceados”. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, 2009.
- ROSAS MOYA, Ramon. 2010. “Auditorías Energéticas”, Quito – Ecuador.
- SALGADO MUÑOZ, Matías. “Propuesta de mejora en la Gestión Energética en una empresa del Sector Alimentos”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, 2014.
- SENNER, Adolf. *Principios de Electrotecnia. España: Reverté, 1994.* ISBN: 84-291-3448-4.
- SERRA, Jordi. *Guía técnica de eficiencia energética eléctrica.* 3ª edición. España: Circutor, 2009. ISBN-13: 978-84-612-0421-2.
- TRINIDAD, Fernando. “Diseño de investigación para implementación de un sistema de eficiencia energética en los equipos y la luminaria del restaurante Burger King ubicado en la zona nueve de la capital de Guatemala en el periodo 2013 a 2014”. Universidad de San Carlos. Guatemala, 2014.
- URBINA POLO, J. y SINCHÉ LUJÁN, J. “Diseño y propuesta de un plan de gestión para mejora de la eficiencia energética eléctrica en la empresa Avícola Yugoslavia S.A.C.”. Universidad Privada del Norte. 2011.

ANEXOS

Anexo A

Máquinas de la Etapa de Proceso de Ribera.

PROCESO	MÁQUINA	POTENCIA (KW)
Remojo y Pelambre	Botal 6	18
	Botal 7	18
Descarnado	Máquina de Descarnar Turner 0140	44.76
Dividido	Máquina de Dividir Rizz R122	16.6
Curtido	Botal 1	9
	Botal 2	6.7
	Botal 5	9
	Botal 10	9
Escurrido	Máquina de Escurrir	12
Rebajado	Máquina de Rebajar Aletti-0216	37.3
Recurtido	Botal 4	5.5
	Botal 8	13.5
	Botal 11	9
	Botal 12	5
Secado al Vacío	Máquina de Secado al Vacío OFFIGINE 0192	15
TOTAL		228.36

Máquinas de la Etapa de Proceso de Semi Acabado.

PROCESO	MÁQUINA	POTENCIA (KW)
Lijado	Máquina de Lijar Aletti-SERIE NVA1329402/4	20.5
	Máquina de Lijar Enko-LMH-600/II-PRINCE	10
Desempolvado	Máquina de Desempolvar	12
Ablandado	Máquina de Ablandar	15
	Botal 15	3.7
TOTAL		61.2

Máquinas de la Etapa de Proceso de Acabado.

PROCESO	MÁQUINA	POTENCIA (KW)
Pintado/Laqueado	Compresora Atlas Copco GA15	15
Prensado	Prensa Hidráulica SVIT-35660- 07547/PI-P2 CON BOMBA DE PISTON	22
TOTAL		37


Anexo B

Pérdida En Transformadores

P	Pérdidas en vacío	Pérdidas debido a la carga	Tensión de corto-circuito	Potencia reactiva a compensar	
				Vacío	Plena carga
KVA	W	W	%	KVAr	KVAr
100	320	1750	4	2.48	6.08
160	460	2350	4	3.65	9.60
200	550	2850	4	4.67	11.84
250	650	3250	4	5.21	14.67
315	770	3900	4	6.25	18.32
400 B1	930	4810	4	7.54	22.80
400B2	930	4600	4	7.54	22.87
500 B1	1100	5950	4	9.44	28.53
500 B2	1100	5500	4	9.44	28.67
630 B1	1300	6950	4	11.27	35.49
630 B2	1300	6500	4	11.27	35.62
800 B1	1560	12000	5.5	19.91	62.24
800 B2	1560	10200	4.5	19.91	54.43

Anexo C

Ficha Técnica Motor Trifásico WEG

	Nr.:																																																					
	Fecha: 01-DIC-2017																																																					
<h2 style="text-align: center;">HOJA DE DATOS</h2> <h3 style="text-align: center;">Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula</h3>																																																						
Cliente : Línea del producto :	W22 Carcasa de Hierro Gris - High Efficiency - IE2																																																					
<table> <tr><td>Carcasa</td><td>: 200L</td></tr> <tr><td>Potencia</td><td>: 45 kW</td></tr> <tr><td>Frecuencia</td><td>: 60 Hz</td></tr> <tr><td>Polos</td><td>: 4</td></tr> <tr><td>Rotación nominal</td><td>: 1770 rpm</td></tr> <tr><td>Deslizamiento</td><td>: 1,67 %</td></tr> <tr><td>Voltaje nominal</td><td>: 400/690 V</td></tr> <tr><td>Corriente nominal</td><td>: 83,6/48,5 A</td></tr> <tr><td>Corriente de arranque</td><td>: 527/305 A</td></tr> <tr><td>Ip/In</td><td>: 6,3</td></tr> <tr><td>Corriente en vacío</td><td>: 33,0/19,1 A</td></tr> <tr><td>Par nominal</td><td>: 243 Nm</td></tr> <tr><td>Par de arranque</td><td>: 210 %</td></tr> <tr><td>Par máxima</td><td>: 250 %</td></tr> <tr><td>Categoría</td><td>: ---</td></tr> <tr><td>Clase de aislación</td><td>: F</td></tr> <tr><td>Elevación de temperatura</td><td>: 80 K</td></tr> <tr><td>Tiempo de rotor bloqueado</td><td>: 12 s (caliente)</td></tr> <tr><td>Factor de servicio</td><td>: 1,15</td></tr> <tr><td>Régimen de servicio</td><td>: S1</td></tr> <tr><td>Temperatura ambiente</td><td>: -20°C - +40°C</td></tr> <tr><td>Altitud</td><td>: 1000 m</td></tr> <tr><td>Protección</td><td>: IPW55</td></tr> <tr><td>Masa aproximada</td><td>: 237 kg</td></tr> <tr><td>Momento de inercia</td><td>: 0,33155 kgm²</td></tr> <tr><td>Nivel de ruido</td><td>: 66 dB(A)</td></tr> </table>			Carcasa	: 200L	Potencia	: 45 kW	Frecuencia	: 60 Hz	Polos	: 4	Rotación nominal	: 1770 rpm	Deslizamiento	: 1,67 %	Voltaje nominal	: 400/690 V	Corriente nominal	: 83,6/48,5 A	Corriente de arranque	: 527/305 A	Ip/In	: 6,3	Corriente en vacío	: 33,0/19,1 A	Par nominal	: 243 Nm	Par de arranque	: 210 %	Par máxima	: 250 %	Categoría	: ---	Clase de aislación	: F	Elevación de temperatura	: 80 K	Tiempo de rotor bloqueado	: 12 s (caliente)	Factor de servicio	: 1,15	Régimen de servicio	: S1	Temperatura ambiente	: -20°C - +40°C	Altitud	: 1000 m	Protección	: IPW55	Masa aproximada	: 237 kg	Momento de inercia	: 0,33155 kgm²	Nivel de ruido	: 66 dB(A)
Carcasa	: 200L																																																					
Potencia	: 45 kW																																																					
Frecuencia	: 60 Hz																																																					
Polos	: 4																																																					
Rotación nominal	: 1770 rpm																																																					
Deslizamiento	: 1,67 %																																																					
Voltaje nominal	: 400/690 V																																																					
Corriente nominal	: 83,6/48,5 A																																																					
Corriente de arranque	: 527/305 A																																																					
Ip/In	: 6,3																																																					
Corriente en vacío	: 33,0/19,1 A																																																					
Par nominal	: 243 Nm																																																					
Par de arranque	: 210 %																																																					
Par máxima	: 250 %																																																					
Categoría	: ---																																																					
Clase de aislación	: F																																																					
Elevación de temperatura	: 80 K																																																					
Tiempo de rotor bloqueado	: 12 s (caliente)																																																					
Factor de servicio	: 1,15																																																					
Régimen de servicio	: S1																																																					
Temperatura ambiente	: -20°C - +40°C																																																					
Altitud	: 1000 m																																																					
Protección	: IPW55																																																					
Masa aproximada	: 237 kg																																																					
Momento de inercia	: 0,33155 kgm²																																																					
Nivel de ruido	: 66 dB(A)																																																					
<table> <tr> <td></td> <td>Delantero</td> <td>Trasero</td> </tr> <tr> <td>Rodamiento</td> <td>6312 C3</td> <td>6212 Z-C3</td> </tr> <tr> <td>Intervalo de lubricación</td> <td>20000 h</td> <td>20000 h</td> </tr> <tr> <td>Cantidad de grasa</td> <td>21 g</td> <td>13 g</td> </tr> </table>		Delantero	Trasero	Rodamiento	6312 C3	6212 Z-C3	Intervalo de lubricación	20000 h	20000 h	Cantidad de grasa	21 g	13 g	<table> <tr> <td>Carga</td> <td>Factor de potencia</td> <td>Rendimiento (%)</td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td>0,83</td> <td>93,6</td> </tr> <tr> <td>75%</td> <td>0,78</td> <td>93,6</td> </tr> <tr> <td>50%</td> <td>0,67</td> <td>93,0</td> </tr> </table>	Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)	100%	0,83	93,6	75%	0,78	93,6	50%	0,67	93,0																													
	Delantero	Trasero																																																				
Rodamiento	6312 C3	6212 Z-C3																																																				
Intervalo de lubricación	20000 h	20000 h																																																				
Cantidad de grasa	21 g	13 g																																																				
Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)																																																				
100%	0,83	93,6																																																				
75%	0,78	93,6																																																				
50%	0,67	93,0																																																				
Observaciones:																																																						
Rendimiento de acuerdo con el método indirecto de IEC 60034-1:2007 con pérdidas aleatorias de la carga determinadas de las medidas.																																																						
Ejecutante	Verificado																																																					

Anexo D

Mediciones de Potencia Activa y Potencia Reactiva por un lapso de 10 días

(Del 01/09/2017 al 10/09/2017)

DIAGRAMA DE CARGA - 01/09/2017

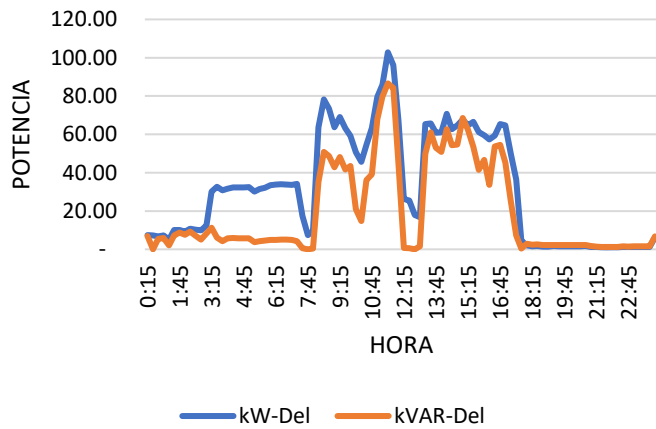


DIAGRAMA DE CARGA - 02/09/2017

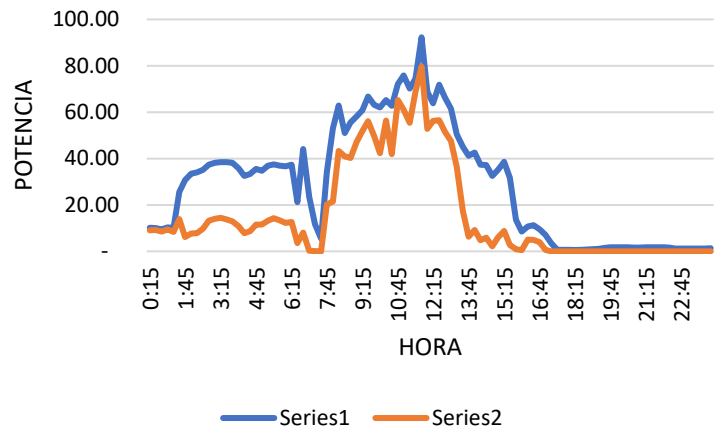


DIAGRAMA DE CARGA - 03/09/2017

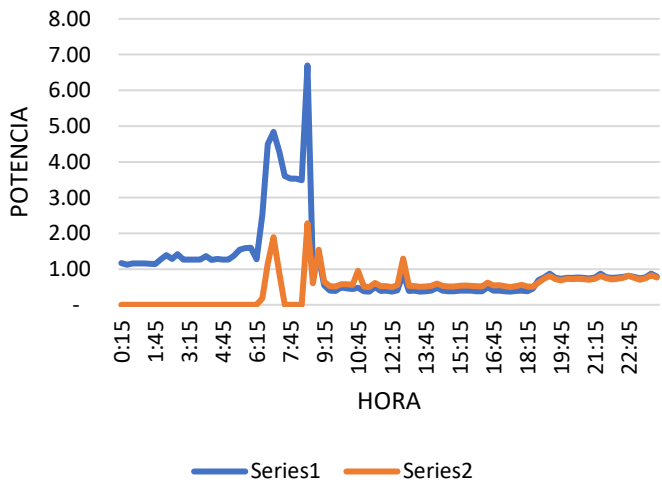


DIAGRAMA DE CARGA - 04/09/2017

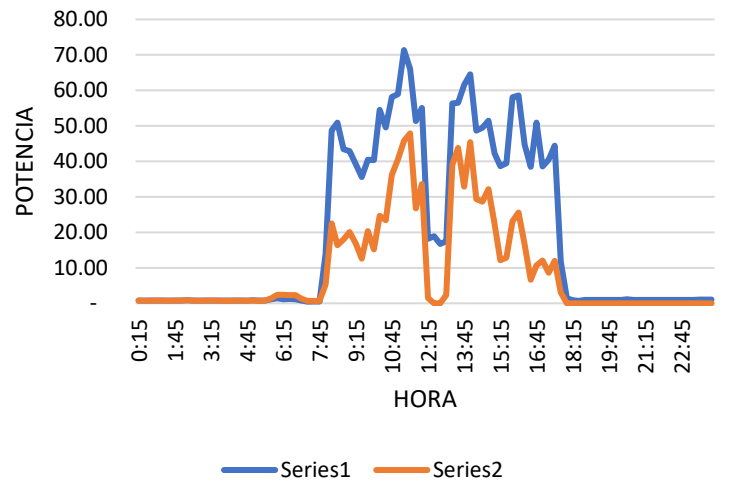


DIAGRAMA DE CARGA - 05/09/2017

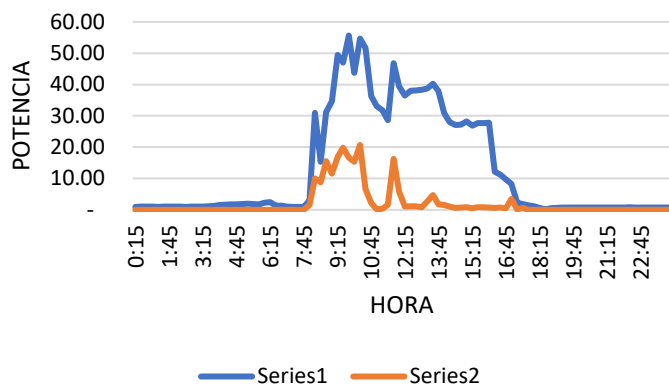


DIAGRAMA DE CARGA - 06/09/2017

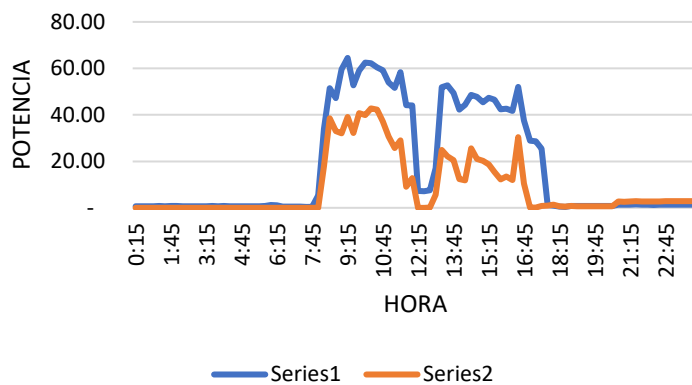


DIAGRAMA DE CARGA - 07/09/2017

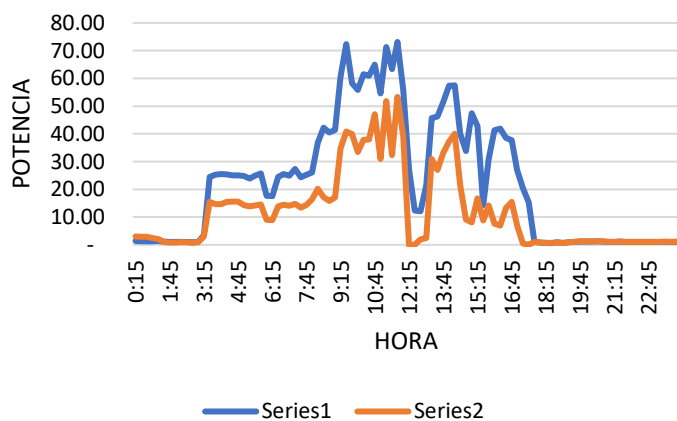


DIAGRAMA DE CARGA - 08/09/2017

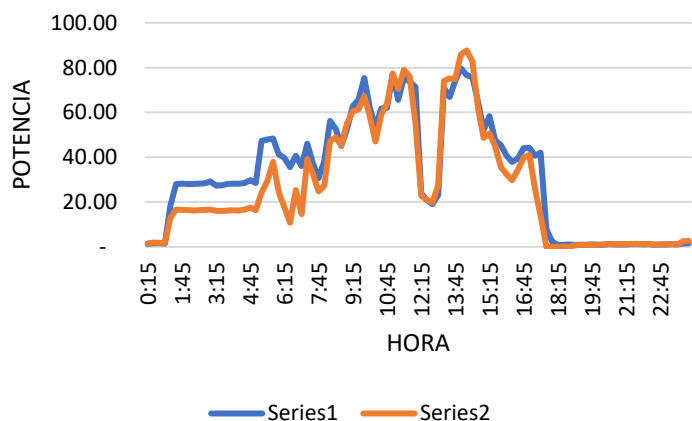


DIAGRAMA DE CARGA - 09/09/2017

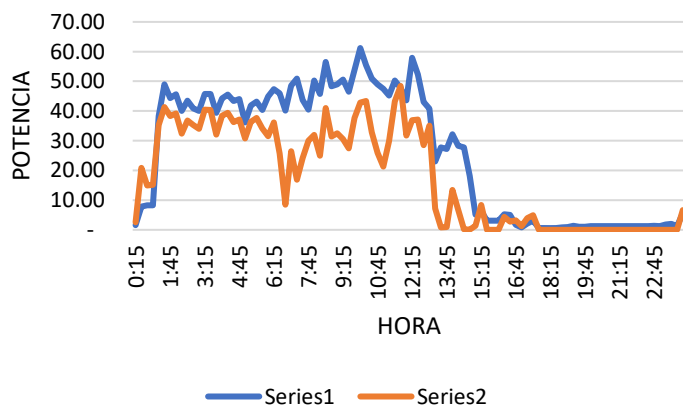
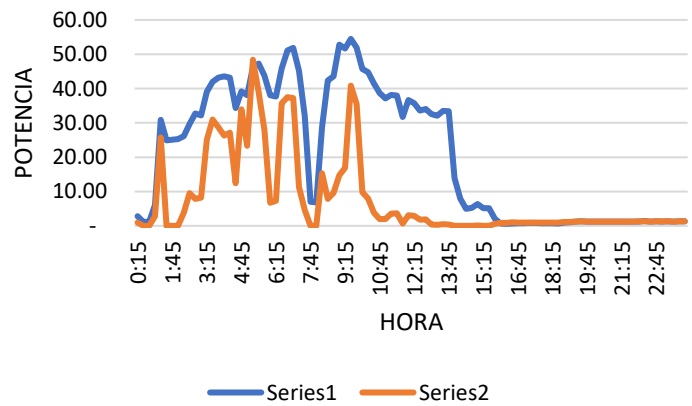


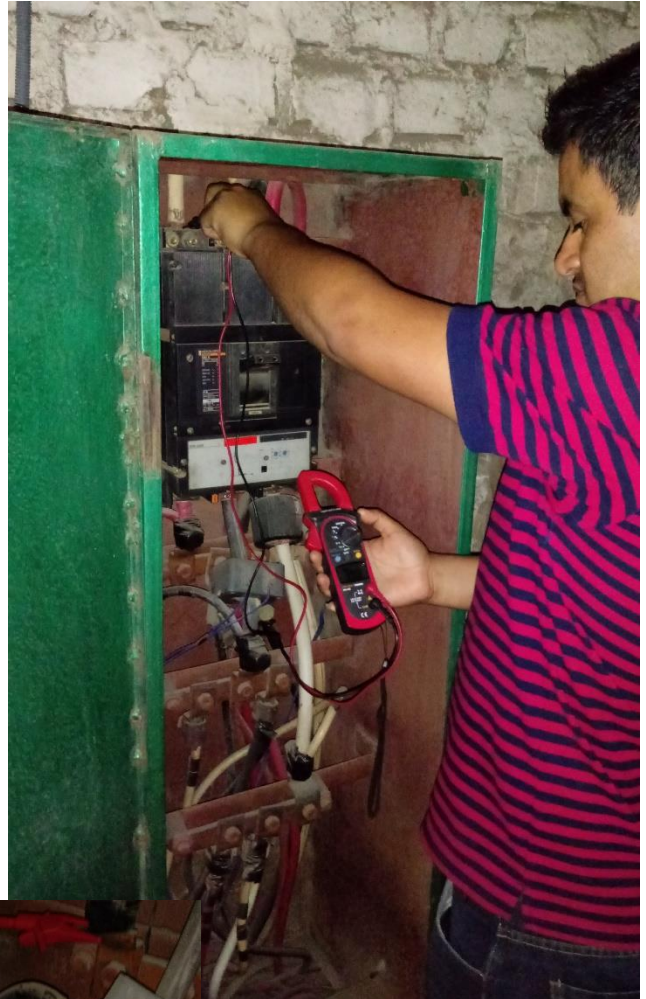
DIAGRAMA DE CARGA - 10/09/2017



Anexo E

Mediciones de Intensidad y Temperatura del suministro eléctrico





Anexo F

Pliego Tarifario Máximo del Servicio Público de Electricidad en Media Tensión en Trujillo Vigencia 04/10/2017 - Hidrandina

	MEDIA TENSIÓN	UNIDAD	TARIFA
			Sin IGV
TARIFA MT2:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y		
	CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.52
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	21.26
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	17.03
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	53.06
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	12.19
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	13.61
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.22
TARIFA MT3:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y		
	CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.52
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	21.26
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	17.03
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	49.42
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	24.40
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	13.20
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	13.42
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.22
TARIFA MT4:	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA		
	Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.52
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	18.08
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	49.42
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	24.40
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	13.20
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	13.42
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.22

Anexo G

Características de Tarifas en Media Tensión

Tarifas en media tensión: opción - descripción - cargos que comprende		
MT2	Tarifa con doble medición de energía activa y contratación o medición de dos potencias. 2E2P Cargo fijo mensual.	<ul style="list-style-type: none"> • Cargo por energía activa en horas punta. • Cargo por energía activa en horas fuera de punta. • Cargo por potencia en horas punta. • Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta. • Cargo por energía reactiva.
MT3	Tarifa con doble medición de energía activa y contratación o medición de una potencia. 2E1P Calificación: I. Clientes de punta II. Clientes fuera de punta cargo fijo mensual.	<ul style="list-style-type: none"> • Cargo por energía activa en horas punta. • Cargo por energía activa en horas fuera de punta. • Cargo por potencia. • Cargo por energía reactiva.
MT4	Tarifa con simple medición de energía activa y contratación o medición de una potencia. 1E1P Calificación: I. Clientes de punta II. Clientes fuera de punta cargo fijo mensual.	<ul style="list-style-type: none"> • Cargo por energía activa. • Cargo por potencia. • Cargo por energía reactiva.

Anexo H

Resumen del VAN, TIR, PRI trabajado en Excel

Flujo de caja e indicadores financieros para invertir en					
	Préstamo	Pago de Interés	Amortización	Flujo Caja Neto	Periodo de retorno de inversión
	Soles	Soles	Soles		
	-38070.00	-1610.85	38070.00		
Año	Costo Mantto Soles/año	Costo operación Soles/año	Beneficio bruto soles/año	Soles/año	
0	0.00	0	0.00	-42300.0	-42300.0
1	0.00	0	39548	39548	-2751.92
2	0.00	0	39548	39548	
3	0.00	0	39548	39548	
4	0.00	0	39548	39548	
5	0.00	0	39548	39548	
6	0.00	0	39548	39548	
7	0.00	0	39548	39548	
8	0.00	0	39548	39548	
9	0.00	0	39548	39548	
10	0.00	0	39548	39548	
Tasa efectiva anual	8.00%	Anual			
Valor anual Neto, VAN	227,301	S/.			
Tasa Interna de Retorno, TIR	93.37%				
Vida útil estimada	10.00	Años			
Período de retorno de la Inversión PRI (Años)	1.07	Años			
	12.84	Meses			
PRI (Años)= (VA(Io))/(VA(Bn)/N)					

Anexo I

Facturación Eléctrica de los 12 últimos meses – Piel Trujillo S.A.C

Recibo N° 501-40196535
El Porvenir/Trujillo
Recibo por Consumo del 01/05/2016 al 31/05/2016

Cliente: PIEL TRUJILLO, S.A.C.
R.U.C.: 20480943920
Dirección: Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Rio Seco Barrio 3
Referencia: Leonidas Yerovi 350.
Ruta: 33-287-9
Tarifa: MT2
Medición: Baja Tension
Tensión: 10 kV
SED: E-301383
Tipo Suministro: Trifásica-Aérea(C5.2)

Serie Medidor: 00000001164339 - Electrón.
N° Hilos Medidor: 4
Modalidad: Potencia Variable
Inicio Contrato: 01/12/2004
Termino Contrato: 30/11/2016

Mayo-2016

CÓDIGO 47317510

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
102.7050	7.3800	118.0800	8.9200

Magnitud Leida	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda
Energía Activa Total (kWh)	89,883.3000	89,194.4000	310.5000	19,099.5000
Energía Activa Hora Punta (kWh)	5,201.2000	5,203.6000	2.4000	147.6000
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	83,682.7000	83,990.8000	308.1000	18,948.5000
Energía Reactiva (kVArh)	30,721.7000	30,975.3000	203.5000	12,521.4000
Potencia a Hora Punta (kW)	0.3900	0.1200	0.1200	7.3800
Potencia a Fuera Punta (kW)	1.5200	1.7100	1.7100	103.1850

Factor Calificación: No Aplica **Fac. Medic.** 80.0000 **Fac. Trans.** 1.0250

Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Cargo Fijo		6.4300	6.43
Cargo por Reposición y Mantenimiento		0.2026	15.51
Energía Activa HP	147.6000	0.1676	24.50
Energía Activa FP	18948.1500	0.1676	3175.71
Energía Reactiva	6752.6750	0.0427	286.05
Pot. Uso Redes Distrib. HP	7.3800	11.7600	86.19
Pot. Activo Generación HP	7.3800	47.4000	349.81
Exc. Pot. Uso Redes Dist. FP	95.3250	13.1400	1252.57
Alumbrado Público (Alicuota: S/ 0.4125)			371.25
Interés Compensatorio	1.0000	49.5917	49.59
SUB TOTAL			5627.71
Imp. Gral. a las Ventas			1012.99
Interés Moratorio	1.0000	5.3252	5.33
Saldo por redondeo	1.0000	-0.0300	-0.03
Diferencia de redondeo		0.0400	0.04
Aporte Ley Nro 28749	0.0079	19095.7500	150.86
TOTAL RECIBO DE MAYO-2016			6795.90
Deuda Anterior (1 Mes.)			6346.20
Total a Pagar incluye Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 151.23			7447.10

Gráfico de Consumo y Demanda - Año 2016

Gráfico de Importe 2 Últimos Meses Facturados

Mar - 2016 S/ 6578.90 Abr - 2016 S/ 6346.20

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
EATP kWh	1300	1301	1340	1309	1300	1300	1318	1320	1421	8045	1473	7017	1825
EATP kWh	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	148
PPF kW	37.1000	37.3000	32.5600	37.5000	33.8400	32.9400	34.9200	34.8750	33.5450	31.6350	31.4200	30.1650	
PPF kW	2.0500	4.3000	14.7600	3.0400	3.1000	20.1000	2.3000	0.3350	0.0750	0.7650	7.3800	4.5500	7.3800

Emisión 04/06/2016 **Vencimiento** 21/06/2016

Su AMT es : A3021 - TPO002 de SE de Potencia : S.E. PORVENIR

Son: SEIS MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y SEIS Y 90/100 SOLES
 (*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Mayo-2016 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap I Art. 4, inciso 6.1.d.

TOTAL S/***13,143.10**

Fecha Corte: 22/06/2016

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

31 DE MAYO, DÍA MUNDIAL SIN TABACO
 UNIDOS POR UN DÍA LIBRE DE TABACO
 ME GUSTA VIVIR SIN HUMO DE TABACO
 NO, SI ES FUMADOR, DEJE DE FUMAR
 SI NO FUMA, FELICITACIONES

Facturación: Mayo-2016
PIEL TRUJILLO, S.A.C.
Suministro: 47317510
Dirección: Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Rio
Ruta: 33-287-9
Emisión: 04/06/2016
Vencimiento: 21/06/2016

Recibo N° 501-40196535
El Porvenir/Trujillo
TOTAL A PAGAR S/ ***13,143.10**

Recibo N° 501-40505174
El Porvenir/Trujillo

Recibo por Consumo del 01/06/2016 al 30/06/2016



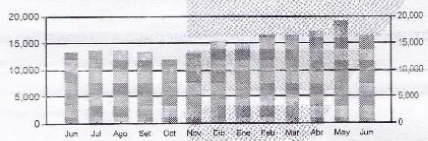
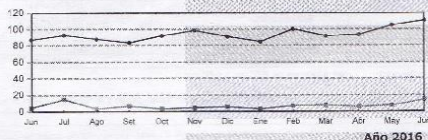
Cliente: **PIEL TRUJILLO S.A.C.**
R.U.C.: **20480943920**
Dirección: **Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Rio Seco Barrio 3**
Referencia: **Leonidas Yerovi 350.**
Ruta: **33-287-9**
Tarifa: **MT2** Serie Medidor: **0000001164339 - Electrón.**
Medición: **Baja Tension** N° Hilos Medidor: **4**
Tensión: **10 kV** Modalidad: **Potencia Variable**
SED: **E-301383** Inicio Contrato: **01/12/2004**
Tipo Suministro: **Trifásica-Aérea(C5.2)** Terminó Contrato: **30/11/2016**

Junio-2016

CÓDIGO **47317510**

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
107.9325	10.7625	118.0800	8.9200

Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda
Energía Activa Total (kWh)	89,194.4000	89,459.8000	265.4000	16,322.1000
Energía Activa Hora Punta (kWh)	5,203.8000	5,206.2000	2.6000	159.9000
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	83,990.6000	84,253.6000	263.0000	16,162.2000
Energía Reactiva (kVarh)	30,925.3000	31,112.1000	186.8000	11,488.2000
Potencia Hora Punta (kW)	0.1200	0.2300	0.2300	14.1450
Potencia Fuera Punta (kW)	1.7100	1.8000	1.8000	110.7000
Factor Calificación: No Aplica	Fac.Medic. 60.0000	Fac.Transf. 1.0250		



Importe 2 Últimos Meses Facturados
Abr - 2016 S/ 6348.20 May - 2016 S/ 6796.50

HISTORIO DE CONSUMOS Y DEMANDAS

	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
PHP kW	116	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
PFP kW	6.3300	12.8980	87.5450	81.5400	82.2000	98.4000	91.0000	84.8700	100.2450	71.6200	38.8900	81.8950	110.7000
PFP kW	4.3050	14.7300	3.2750	6.1500	3.0750	4.3250	6.5350	3.0750	6.7550	7.2800	5.5950	7.3900	14.1450

Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Cargo Fijo		6.4300	6.43
Cargo por Reposición y Mantenimiento			15.51
Energía Activa HP	159.9000	C.2326	32.40
Energía Activa FP	16162.2000	C.1676	2708.78
Energía Reactiva	6591.5700	C.0427	281.46
Pot. Uso Redes Distrib. HP	10.7625	11.7500	126.57
Pot. Activa Generación HP	14.1450	18.4500	685.33
Exc. Pot. Uso Redes Dist. FP	97.1700	13.1400	1276.81
Alumbrado Público (Alicuota: S/ 0.4629)			324.03
Interés Compensatorio	1.0000	49.0396	49.04
Ajuste Tarifario	1.0000	0.9600	0.96
SUB-TOTAL			5507.32
Imp. Gral. a las Ventas			991.32
CASE - GHF	14.1450	4.2500	60.12
Ajuste CASE	1.0000	31.3700	31.37
Interés Moratorio	1.0000	5.0715	5.07
Saldo por redondeo	1.0000	-0.0400	-0.04
Aporte Ley Nro. 26749 0.0079	16322.1000	0.0079	128.94
TOTAL RECIBO DE JUNIO-2016			6724.10
Deuda Anterior (1 Mes)			6796.90
Total a Pagar incluye Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 150.61			

Emisión **04/07/2016**

Vencimiento **21/07/2016**

TOTAL **S/*****13,521.00**

Su AMT es : A3021 - TPO002 de SE de Potencia : S.E. PORVENIR

Son: SEIS MIL SETECIENTOS VEINTICUATRO Y 10/100 SOLES

(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Junio-2016 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I Art. 4, inciso 6.1 d.

Si realiza el pago vía transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagoshdna@distriuz.com.pe Revise el estado de cuenta de su recibo en: <http://www.distriuz.com.pe/ConsultaRecibos/ConsultaRecibo.asp> xTempresa=3

Fecha Corte: 22/07/2016

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

Hidrandina R.U.C. 20132023540

Facturación: **Junio-2016**

PIEL TRUJILLO S.A.C.

Suministro **47317510**

Dirección **Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Rio**

Ruta **33-287-9**

Emisión **04/07/2016**

Vencimiento **21/07/2016**

Recibo N° **501-40505174**

El Porvenir/Trujillo

TOTAL A PAGAR **S/ *****13,521.00**



Recibo N° 501-40740988

El Porvenir/Trujillo

Recibo por Consumo del 01/07/2016 al 31/07/2016



Ciente: PIEL TRUJILLO, S.A.C.
R.U.C.: 20480943920
Dirección: Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Rio Seco Barrio 3
Referencia: Leonidas Yerovi 350.
Ruta: 33-287-9
Tarifa: MT2
Medición: Baja Tension
Tensión: 10 kV
SED: E-301383
Tipo Suministro: Trifásica-Aérea(C5.2)

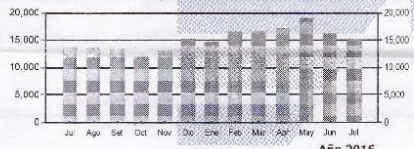
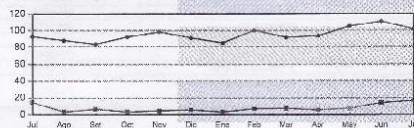
Serie Medidor: 00000001164339 - Electrón.
N° Hilos Medidor: 4
Modalidad: Potencia Variable
Inicio Contrato: 01/12/2004
Termino Contrato: 30/11/2016

Julio-2016

CÓDIGO 47317510

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
107.9325	15.3750	118.0800	8.9200

Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	89,459,8000	89,707,2000	247,4000	15,215,1000	Cargo Fijo		6.4300	6.43
Energía Activa Hora Punta (kWh)	5,206,2000	5,208,5000	2,3000	141,4500	Cargo por Reposición y Mantenimiento			15.51
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	84,253,6000	84,486,7000	245,1000	15,073,6500	Energía Activa HP	141,4500	0.2031	28.73
Energía Reactiva (kVarh)	31,112,1000	31,267,0000	154,9000	9,526,3500	Energía Activa FP	15073.6500	0.1681	2533.86
Potencia Hora Punta (kW)	0.2300	0.2700	0.2700	16,6050	Energía Reactiva	4961.8200	0.0427	211.87
Potencia Fuera Punta (kW)	1.8000	1.6500	1.6500	101,4750	Pot. Uso Redes Distrib. HP	15.3750	11.7600	180.81
Factor Calificación : No Aplica					Pot. Activa Generación HP	16.6050	46.7300	809.16
Fac. Medic. 60,0000					Exo. Pot. Uso Redes Dist. FP	92.5575	13.1400	1216.21
Fac. Transf. 1,0250					Alumbrado Público (Allicuota: S/ 0.4704)			329.26
					Interés Compensatorio	1,0000	52.6289	52.63
					Ajuste Tarifario	1,0000	10.5700	10.57
					SUB-TOTAL			5395.06
					Imp. Gral. a las Ventas			971.11
					CASE - GHP	16.6050	4.2500	70.57
					Interés Moratorio	1,0000	5.6212	5.62
					Diferencia de redondeo		0.0200	0.02
					Aporte Ley Nro. 28749	0.0079	15215.1000	120.20
					TOTAL RECIBO DE JULIO-2016			6562.60
					Deuda Anterior (1 Mes.)			6724.10
					Total a Pagar incluye Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 146.62			



Importe 2 últimos Meses Facturados
May - 2016 S/ 6796.90 Jun - 2016 S/ 6724.10

HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS

	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Energía kWh	12453	13828	15219	12204	13126	9120	14619	16188	18447	17074	16486	16712	15074
Energía kWh	123	135	136	135	129	135	86	111	18	102	180	160	114
PFP kW	49.0550	87.6400	81.0100	82.2600	66.0000	81.0200	144.7500	166.2400	170.0300	160.4800	160.1000	112.7000	91.7500
PFP kW	14.7600	3.2158	5.1940	3.3300	4.3000	5.5300	3.0750	6.7850	7.3800	5.5750	7.3000	14.1400	16.0250

Emisión 04/08/2016

Vencimiento 22/08/2016

TOTAL S/*****13,286.70

Su AMT es : A3021 - TPO002 de SE de Potencia : S.E. PORVENIR

Son : SEIS MIL QUINIENTOS SESENTA Y DOS Y 50/100 SOLES

(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Julio-2016 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I Art. 4, Inciso 6.1.d

Si realiza el pago vía transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagoshidna@distriluz.com.pe Revise el estado de cuenta de su recibo en:
<http://www.distriluz.com.pe/ConsultaRecibos/ConsultaRecibo.asp>
x?empresa=3

Fecha Corte:23/08/2016

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

Hidrandina R.U.C. 20132023540

Facturación: Julio-2016

PIEL TRUJILLO, S.A.C.

Suministro: 47317510

Dirección: Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Rio

Ruta: 33-287-9

Emisión: 04/08/2016

Vencimiento: 22/08/2016

Recibo N° 501-40740988

El Porvenir/Trujillo

TOTAL A PAGAR S/ *****13,286.70



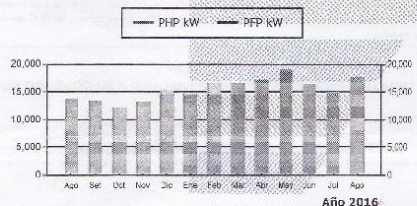
Ciiente	PIEL TRUJILLO . S.A.C.		
R.U.C.	20480943920		
Dirección	Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Rio Seco Barrio 3		
Referencia	leonidas Yerovi 350.		
Ruta	33-287-9		
Tarifa	MT2	Serie Medidor	000000002905654 - Electrón.
Medición	Baja Tension	Nº Hilos Medidor	4
Tensión	10 kV	Modalidad	Sn Modalidad
SED	E-301383	Inicio Contrato	01/12/2004
Tipo Suministro	Trifásica-Aérea(C5.2)	Termino Contrato	30/11/2016

CÓDIGO 47317510

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
0.0000	0.3000	0.0000	0.0000

Magnitud Leida	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	89,707.2000	194.4282	286.9282	17,645.0843	Cargo Fijo		6.4210	0.42
Energía Activa Hora Punta (kWh)	5,208.5000	1.6477	2.9477	181.2836	Cargo por Reposición y Mantenimiento			15.51
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	84,498.7000	192.7805	283.9805	17,464.8008	Energía Activa HP	181.2836	0.2098	38.03
Energía Reactiva (kVarh)	31,267.0000	139.0163	203.7163	12,529.5525	Energía Activa FP	17464.8000	0.1742	3042.37
Potencia Hora Punta (kW)	0.2700	0.3200	0.3200	19.6800	Energía Reactiva	7734.7777	0.0477	308.92
Potencia Fuera Punta (kW)	1.5500	1.7279	1.7279	105.2659	Pot. Uso Redes Distrib. HP	18.1425	11.7500	213.7
Factor Calificación : 0.0000	Fac.Medic.	60.0000	Fac.Transt.	1.0250	Pot. Active Generación HP	19.6800	48.5300	957.04
					Exc. Pot. Uso Redes Dist. FP	88.8038	13.1310	1166.07
					Ahorro por Público (Alicuota: \$/0.4983)			448.47
					Interés Compensatorio	1.0000	52.1916	52.19
					Ajuste Tarifario	1.0000	10.2200	10.22
					SUB TOTAL			6258.41
					Imp. Gral. a las Ventas			1126.51
					CASE - GHP	19.6800	4.2500	83.64
					Interés Moratorio	1.0000	5.5643	5.56
					Saldo por redondeo	1.0000	-0.3200	-0.02
					Aporte Lry No 28749	0.0079	17648.0644	139.40

Año 2016



TOTAL RECIBO DE AGOSTO-2016	7613.50
Deuda Anterior (1 Mes.)	6562.60

Total a Pagar incluye Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 163.58

Inscripción 2.ª y 3.ª Meses Escolares												
Jun - 2016 \$ 6724.10						Jul - 2016 \$ 6562.60						
HISTÓRICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS												
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ago
EXP. kWh	1063	1012	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
EXP. kWh	156	135	135	128	128	128	111	34	65	110	20	181
EXP. kWh	42 043	45 033	62 756	31 400	31 000	848.00	103 265	51 883	13 155	100 000	100 000	100 000
M	16,93	8,943	8,943	9,482	9,482	9,482	7,366	3,986	5,902	14,130	4,906	15,800

TOTAL S/*****14.176.10

Su AMT es : A3021 - TPO002 de SE de Potencia : S.E. PORVENIR

Son : SIETE MIL SEISCIENTOS TRECE Y 50/100 SOLES

(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Agosto-2016 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I, Art. 4, Inciso 5.1.d.

Si realiza el pago via transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagoshdna@distriluz.com.pe Revise el estado de cuenta de su recibo en: <http://www.distriluz.com.pe/ConsultaRecibos/ConsultaRecibo.aspx?empresa=3>

Fecha Corte:22/09/2016

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

2,612

Recibo N° 501-40977293

PIEL TRUJILLO . S.A.C.

El Porvenir/Trujillo

Suministro	47317510
Dirección	Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Rio
Ruta	33-287-9
Emisión	04/09/2016
Vencimiento	21/09/2016

TOTAL A PAGAR S/ ***14,176.10**



Recibo N° 50.
El Porvenir/Trujillo
Recibo por Consumo del 01/10/2016 al 31/10/2016

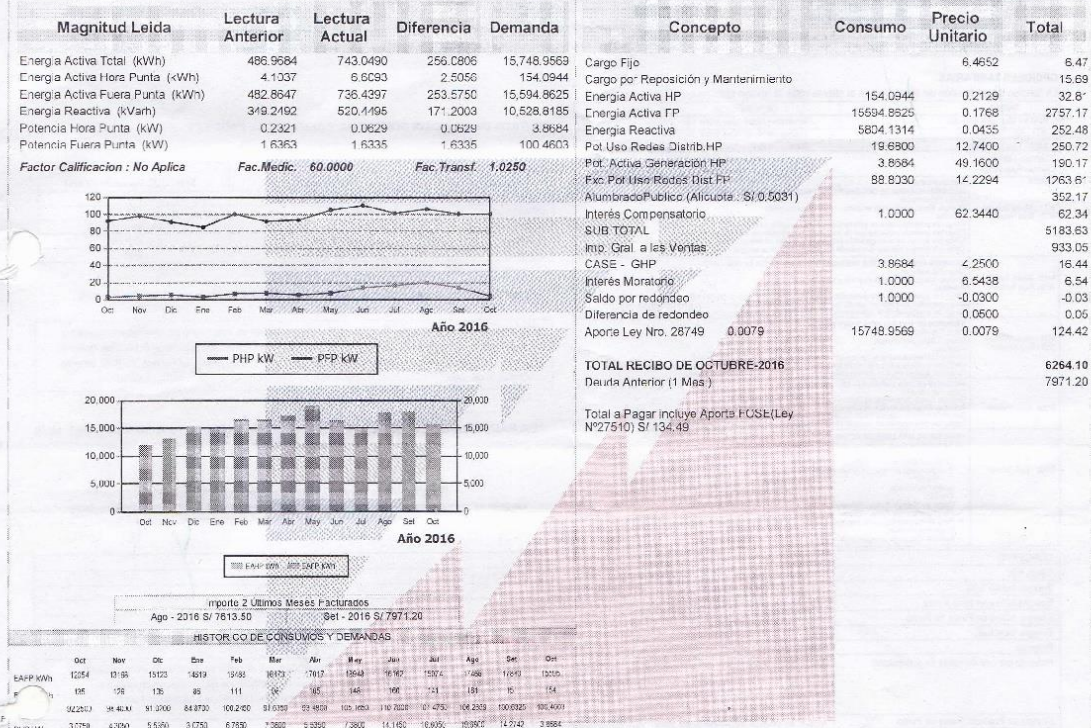


Cliente: **PIEL TRUJILLO . S.A.C.**
R.U.C.: **20480943920**
Dirección: **Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Rio Seco Barrio 3**
Referencia: **Leonidas Yerovi 350.**
Ruta: **33-287-9**
Tarifa: **MT2**
Medición: **Baja Tension**
Tensión: **10 kV**
SED: **E-301383**
Tipo Suministro: **Trifásica-Aérea(C5.2)**
Serie Medidor: **00000002805654 - Electrón.**
N° Hilos Medidor: **4**
Modalidad: **Potencia Variable**
Inicio Contrato: **01/12/2004**
Termino Contrato: **30/11/2016**

Octubre-2016

CÓDIGO **47317510**

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
108.4830	19.6800	118.0800	6.9200



Emisión **04/11/2016**

Vencimiento **22/11/2016**

TOTAL **S/*****14,235.30**

Su AMT es : A3021 - TP0002 de SE de Potencia : S.E. PORVENIR

Soles: SEIS MIL DOSCIENTOS SESENTA Y CUATRO Y 10/100 SOLES

(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Octubre-2016 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I Art. 4, Inciso 6.1.d.

Si realiza el pago vía transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagoshdina@distriuz.com.pe Revise el estado de cuenta de su recibo en: <http://www.distriuz.com.pe/ConsultaRecibos/ConsultaRecibo.aspx?empresa=3>

Fecha Corte: 23/11/2016

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

Hidrandina R.U.C. 20132023540

Facturación: **Octubre-2016**

PIEL TRUJILLO . S.A.C.

Suministro **47317510**

Dirección **Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Rio**

Ruta **33-287-9**

Emisión **04/11/2016**

Vencimiento **22/11/2016**

Recibo N° **501-41451748**

El Porvenir/Trujillo

TOTAL A PAGAR **S/ *****14,235.30**



Recibo N° 501-41690154
El Porvenir/Trujillo

Recibo por Consumo del 01/11/2016 al 30/11/2016

Cliente: PIEL TRUJILLO . S.A.C.
R.U.C.: 20480943920
Dirección: Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Río Seco Barrio 3
Referencia: Leonidas Yerovi 350.
Ruta: 33-287-9
Tarifa: MT2
Medición: Baja Tension
Tensión: 10 kV
SED: E-301383
Tipo Suministro: Trifásica-Aérea(C5.2)

Serie Medidor: 00000002805654 - Electrón.
N° Hilos Medidor: 4
Modalidad: Potencia Variable
Inicio Contrato: 01/12/2004
Termino Contrato: 30/11/2017

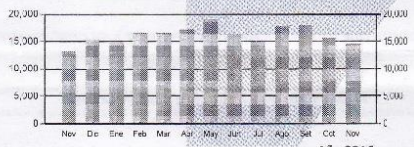
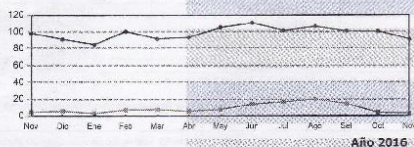


Noviembre-2016

CÓDIGO 47317510

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
108.4830	19.6800	118.0800	8.9200

Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	743.0490	979.6075	236.5585	14,548.3478	Cargo Fijo		6.4300	6.43
Energía Activa Hora Punta (kWh)	6.0093	8.2675	1.6582	101.9793	Cargo por Reposición y Mantenimiento			15.71
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	736.4397	971.3400	234.9003	14,446.3685	Energía Activa HP	101.9793	0.2209	22.53
Energía Reactiva (kVarh)	520.4495	679.0097	158.5592	9,751.3908	Energía Activa FP	14446.3685	0.1943	2662.47
Potencia Hora Punta (kW)	0.0629	0.0457	0.0457	2.8106	Energía Reactiva	5396.8965	0.0425	234.33
Potencia Fuera Punta (kW)	1.6335	1.4762	1.4762	90.7863	Pct. Uso Redes Distrib. HP	19.6800	12.6700	249.35
Factor Calificación: No Aplica					Pct. Activa Generación HP	2.8106	52.3700	147.19
Fac. Medid.: 60.0000					Exc. Pot. Uso Redes Dist. FP	98.8030	14.1500	1258.56
Fac. Transf.: 1.0250					Alumbrado Público (Alcuerda: Si 0.4962)			249.10
					Interés Compensatorio	1.0000	56.4364	56.44
					SUB TOTAL			4899.11
					Imp. Gral. a las Ventas			881.84
					CASE - GHP	2.8106	4.3700	12.28
					Interés Moratorio	1.0000	6.2621	6.28
					Saldo por redondeo	1.0000	-0.0500	-0.05
					Diferencia de redondeo		0.0100	0.01
					Aporte Ley Nro. 28749	0.0079	14548.3478	114.93



Importe 2 Últimos Meses Facturados
Set - 2016 S/ 7971.20 Oct - 2016 S/ 8264.10

HISTÓRICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS											
Mes	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
PHP kWh	15123	15123	14110	16188	19470	17317	18848	16102	15071	17495	17840
PFR kWh	126	126	86	111	89	136	188	160	111	141	151
PHP kWh	15123	15123	14110	16188	19470	17317	18848	16102	15071	17495	17840
PFR kWh	126	126	86	111	89	136	188	160	111	141	151

Emisión 04/12/2016 Vencimiento 22/12/2016 TOTAL S/*****12,178.50

Su AMT es : A3021 - TPO002 de SE de Potencia : S.E. PORVENIR

Son : CINCO MIL NOVECIENTOS CATORCE Y 40/100 SOLES

(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Noviembre-2016 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I Art. 4, inciso 6.1.d.

Si realiza el pago vía transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagos@hidrandina.com.pe Revise el estaco de cuenta de su recibo en:
<http://www.distrituz.com.pe/ConsultaRecibos/ConsultaRecibo.asp>
x?empresa=3

Fecha Corte:23/12/2016

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

Hidrandina R.U.C. 2013023540

Facturación: Noviembre-2016
PIEL TRUJILLO . S.A.C.
Suministro: 47317510
Dirección: Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Río
Ruta: 33-287-9
Emisión: 04/12/2016
Vencimiento: 22/12/2016

Recibo N° 501-41690154
El Porvenir/Trujillo
TOTAL A PAGAR S/ *****12,178.50



Recibo por Consumo de 2/2016

0011-0749 08 01000 11263
570 0030500-0-35



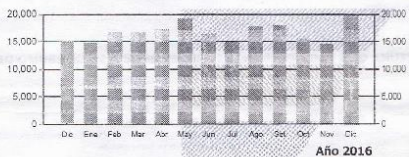
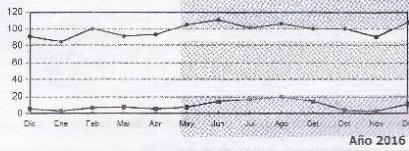
Cliente: **PIEL TRUJILLO, S.A.C.**
R.U.C.: **20480943920**
Dirección: **Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Río Seco Barrio 3**
Referencia: **Leonidas Yerovi 350.**
Ruta: **33-287-9**
Tarifa: **MT2**
Medición: **Daja Tension**
Tensión: **10 KV**
SED: **E-301383**
Tipo Suministro: **Trifásica-Aérea(C5.2)**
Serie Medidor: **00000002805654 - Electrón.**
N° Hilos Medidor: **4**
Modalidad: **Potencia Variable**
Inicio Contrato: **01/12/2004**
Termino Contrato: **30/11/2017**

Diciembre-2016

CÓDIGO 47317510

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
107.0285	19.6800	118.0800	8.9200

Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	979.6076	1,304.7533	325.1458	15,996.4667	Cargo Fijo		6.4300	6.43
Energía Activa Hora Punta (kWh)	8.2675	10.3617	2.0942	128.7933	Cargo por Reposición y Mantenimiento			15.71
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	971.3400	1,294.3916	323.0516	15,887.6734	Energía Activa HP	128.7933	0.2218	28.57
Energía Reactiva (kVarh)	679.0087	902.3309	223.3222	13,734.3153	Energía Activa FP	19867.0734	0.1851	3677.51
Potencia Hora Punta (kW)	0.0457	0.1733	0.1733	10.6580	Energía Reactiva	7735.3753	0.0435	336.49
Potencia Fuera Punta (kW)	1.4762	1.7527	1.7527	107.7911	Pct. Uso Redes Distrib. HP	12.6800	12.6700	249.35
Factor Calificación : No Aplica					Pct. Activa Generación HP	10.6580	51.7300	562.00
Fac. Medic. 60.0000					Exc. Pot. Uso Redes Dist. FP	07.3405	14.1500	1235.98
Fac. Transf. 1.0250					Alumbrado Público (Alícuota: S/ 0.5008)			450.72
					Interés Compensatorio	1.0000	49.4091	49.41
					SUB TOTAL			6612.17
					Imp. Gral. a las Ventas			1190.19
					CASE - GHP	10.6580	4.3800	46.68
					Interés Moratorio	1.0000	5.2899	5.29
					Saldo por redondeo	1.0000	-0.0100	-0.01
					Diferencia de redondeo		0.0100	0.01
					Aporte Ley Nro. 28749	0.0079	19996.4667	157.97
					TOTAL RECIBO DE DICIEMBRE-2016			8012.30
					Deuda Anterior (1 Mes.)			5914.40



Importe 2 Últimos Meses Facturados
Oct - 2016 S/ 8264.10 Nov - 2016 S/ 5914.40

HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CAT. kWh	15175	14816	16489	16476	17017	18318	18182	15074	17475	17141	15689	18107	13860
FAHP kWh	135	55	11	98	102	148	183	141	181	161	174	107	115
PFP kW	0.10000	0.04000	0.00000	0.16000	0.16000	0.20000	0.20000	0.14000	0.20000	0.16000	0.16000	0.20000	0.16000
PFP kW	0.33000	0.33000	0.70000	7.00000	5.50000	7.30000	14.10000	14.60000	11.60000	14.17000	8.40000	24.10000	10.50000

isión 04/01/2017

Vencimiento 23/01/2017

TOTAL S/***13,926.70**

Su AMT es : A3021 - TPO002 de SE de Potencia : S.E. PORVENIR

SON: OCHO MIL DOCE Y 30/100 SOLES

(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Diciembre-2016 Comprobante emitido según RS-007-09 SUNAT Cap. I Art. 4, inciso 6.1.d.

**Que la Navidad ilumine el camino
de un Nuevo Año lleno de esperanza**
Son los deseos de la familia Hidrandina,
una empresa del Grupo Distrital.

Fecha Corte: 24/01/2017

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará
el corte, gastos y molestias innecesarias.

Hidrandina R.U.C. 20132023540

Facturación: **Diciembre-2016**

PIEL TRUJILLO, S.A.C.

Suministro: **47317510**

Dirección: **Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Río**

Ruta: **33-287-9**

Emisión: **04/01/2017**

Vencimiento: **23/01/2017**

Recibo N° **501-41928955**

El Porvenir/Trujillo

TOTAL A PAGAR S/ ***13,926.70**



TS

Recibo N° 501-42168989

El Porvenir/Trujillo

Recibo por Consumo del 01/01/2017 al 31/01/2017



Cliente: PIEL TRUJILLO - S.A.C.

R.U.C.: 20480943920

Dirección: Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Río Seco Barrio 3

Referencia: Leonidas Yerovi 350.

Ruta: 33-287-9

Tarifa: MT2

Serie Medidor: 00000002805654 - Electrón.

Medición: Baja Tension

Nº Hilos Medidor: 4

Tensión: 10 kV

Modalidad: Potencia Variable

SED: E-301383

Inicio Contrato: 01/12/2004

Tipo Suministro: Trifásica-Aérea(C5.2)

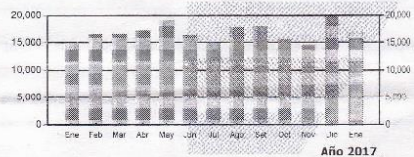
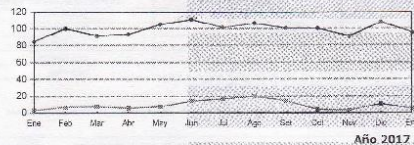
Término Contrato: 30/11/2017

Enero-2017

CÓDIGO 47317510

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
107.0285	16.9771	118.0800	8.9200

Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	1,304.7533	1,580.4837	275.7304	16.957.4196	Cargo Fijo		6.4300	6.43
Energía Activa Hora Punta (kWh)	10.3617	12.3502	1.9885	122.7728	Cargo por Reposición y Mantenimiento			15.71
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	1,294.3916	1,558.1335	273.7419	16.835.1269	Energía Activa HP	122.2928	0.2218	27.12
Energía Reactiva (kVarh)	902.3309	1,075.6331	173.3022	10.658.0853	Energía Activa FP	15835.1269	0.1851	3116.18
Potencia Hora Punta (kW)	0.1733	0.0785	0.0785	4.8278	Energía Reactiva	5570.8594	0.0435	242.33
Potencia Fuera Punta (kW)	1.7527	1.5533	1.5533	95.3280	Pot. Uso Redes Distrib. HP	16.9771	12.6700	215.10
Factor Calificación: No Aplica					Pot. Activa Generación HP	4.8278	52.6100	253.99
Fac. Medic.: 60.0000					Exc. Pot. Uso Redes Dist. FP	90.0514	14.1500	1274.23
Fac. Transf.: 1.0250					Alumbrado Público (Alcaldía: \$/0.4670)			326.90
					Interés Compensatorio	1.0000	53.6717	53.67
					SUB TOTAL			5533.66
					Imp. Grat. a las Varías			896.06
					Interés Moratorio	1.0000	5.4657	5.47
					Saldo por redondeo	1.0000	-0.0100	-0.01
					Diferencia de redondeo		-0.0400	-0.04
					Aporte Ley Nro. 28749	0.0081	16957.4197	137.36



Importe 2 Últimos Meses Facturados
Nov - 2016 \$/ 5914.40 Dic - 2016 \$/ 6012.30

HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS

	Jan	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene
CAATP kWh	4455	1946	1647	1731	1898	1962	1921	1730	1750	1125	1443	5874	1052
CAATP kWh	83	111	26	135	146	160	161	181	151	151	142	150	22
PPH kW	87.8100	103.2460	91.6283	93.4800	135.1055	133.7022	161.0760	168.3656	122.0225	160.1833	96.7951	109.2511	66.1320
PPH kW	20.150	8.7550	7.3008	6.5390	7.3000	14.1459	12.3010	19.3800	14.7747	9.8894	2.838	4.6300	4.0771

Emisión 04/02/2017

Vencimiento 22/02/2017

TOTAL S/*****14,684.80

Su AMT es : A3021 - TPO002 de SE de Potencia : S.E. PORVENIR

Son SEIS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y DOS Y 50/100 SOLES

*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Enero-2017 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I Art. 4, Inciso 6.1.d.



Fecha Corte: 23/02/2017

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

Hidrandina R.U.C. 20132023540

Facturación: Enero-2017

PIEL TRUJILLO - S.A.C.

Suministro 47317510

Dirección Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Río

Ruta 33-287-9

Emisión 04/02/2017

Vencimiento 22/02/2017

Recibo N° 501-42168989

El Porvenir/Trujillo

TOTAL A PAGAR S/ *****14,684.80



Recibo N° 501-42410554

El Porvenir/Trujillo

Recibo por Consumo del 02/02/2017 al 28/02/2017



Cliente: PIEL TRUJILLO, S.A.C.

R.U.C.: 20480943920

Dirección: Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Rio Seco Barrio 3

Referencia: leonidas Yerovi 350.

Ruta: 33-287-9

Tarifa: MT2

Medición: Baja Tension

Tensión: 10 kV

SED: E-301383

Tipo Suministro: Trifásica-Aérea(C5.2)

Serie Medidor: 000000002805654 - Electrón.

N° Hilos Medidor: 4

Modalidad: Potencia Variable

Inicio Contrato: 01/12/2004

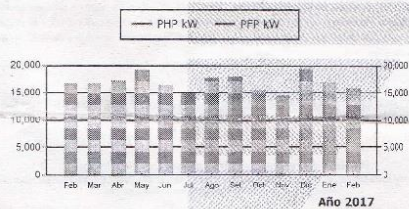
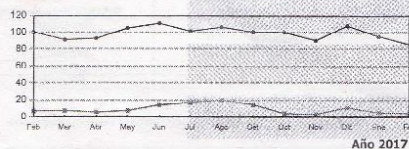
Termino Contrato: 30/11/2017

Febrero-2017

CÓDIGO 47317510

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
104.2118	12.4661	118.0800	8.9200

Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	1,580.4837	1,837.3163	256.8326	15,795.3664	Cargo Fijo		6.5014	6.50
Energía Activa Hora Punta (kWh)	12.3502	14.1039	1.7537	107.8526	Cargo por Reposición y Mantenimiento			15.64
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	1,568.1335	1,823.2154	255.0819	15,687.5369	Energía Activa HP	107.8526	0.2148	23.17
Energía Reactiva (kVarh)	1,075.6331	1,227.6542	152.0211	9,349.2977	Energía Activa FP	15687.5369	0.1780	2792.38
Potencia Hora Punta (kW)	0.0785	0.0525	0.0260	3.8438	Energía Reactiva	4610.8909	0.0423	195.03
Potencia Fuera Punta (kW)	1.5533	1.3975	1.3975	65.9463	Pot. Uso Redes Distrib. HP	12.4661	12.0000	158.32
Factor Calificación: No Aplica					Pot. Activa Generación HP	3.8438	54.3100	208.75
Fac. Medio: 60.0000					Exc. Pot. Uso Redes Dist. FP	91.7457	14.1768	1300.68
Fac. Transf. 1.0250					Alumbrado Público (Alícuota: S/ 0.4361)			305.27
					Interés Compensatorio	1.0000	54.8749	54.87
					SUB TOTAL			5090.60
					Imp. Grat. a las Ventas			910.91
					Interés Moratorio	1.0000	5.8868	5.89
					Saldo por redondeo	1.0000	0.0400	0.04
					Diferencia de redondeo		0.0200	0.02
					Aporte Ley Nro. 28748	0.0081	15795.3895	127.94
					TOTAL RECIBO DE FEBRERO-2017			6105.40
					Deuda Anterior (1 Mes.)			6872.50



Importe 2 Últimos Meses Facturados
Dic - 2016 S/ 8012.30 Ene - 2017 S/ 6972.50

HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS											
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
EAHP kWh	18189	10470	17317	10549	18182	15074	17455	17880	15032	11246	15665
PFR kW	11	98	35	142	163	143	181	151	124	102	125
PH2 kW	100.2150	31.0350	58.4800	135.1653	130.7300	101.4750	106.7550	100.5275	100.4650	83.7563	100.2150
PFR kW	5.7650	7.2000	5.5350	7.9863	14.1463	16.2650	10.1400	14.7142	5.8894	2.1100	13.2880

Emisión 04/03/2017

Vencimiento 22/03/2017

TOTAL S/*****12,777.90

Su AMT es : A3021 - TPO002 de SE de Potencia : S.E. PORVENIR

Son: SEIS MIL CIENTO CINCO Y 40/100 SOLES

(*) El importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Febrero-2017 Comprobante emitido según RS-007-09 SUNAT Cap. I Art. 4, inciso 6.1.d.

MUJER, si eres víctima de violencia **NO TE CALLES**, lláma gratis a la Línea 100, las 24 horas del día.
Padre De Familia compra **bitiles escolares** con registro y autorización sanitaria de **DIGESA**. Si son tóxicos causarán daño a la salud de sus hijos. Compre en lugares formales de venta y exija su compra al representante de Pago.
LA HORA DEL PLANETA: 25 de marzo de 8:30 pm a 9:30 pm apaga las luces durante 60 minutos. "En esta Hora Del Planeta, Ilumina Al Mundo Con Una Acción Climática"

Fecha Corte: 23/03/2017

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

Hidrandina R.U.C. 20132023540

Facturación: Febrero-2017

PIEL TRUJILLO, S.A.C.

Suministro: 47317510

Dirección: Ca. Leonidas Yerovi 0310 Sec. Rio

Ruta: 33-287-9

Emisión: 04/03/2017

Vencimiento: 22/03/2017

Recibo N° 501-42410554

El Porvenir/Trujillo

TOTAL A PAGAR S/ *****12,777.90



136

DELABORUMPLUS



R.U.C. 20480943920
 Dirección Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Río Seco Barrio 3
 Referencia Leonidas Yerovi 350.
 Ruta 33-287-9
 Tarifa MT2
 Medición Baja Tensión
 Tensión 10 kV
 SED E-301383
 Tipo Suministro Trifásica-Aérea(C5.2)

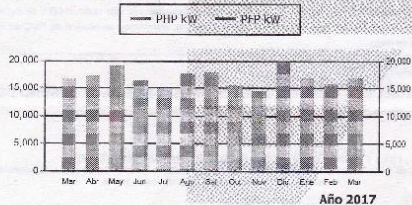
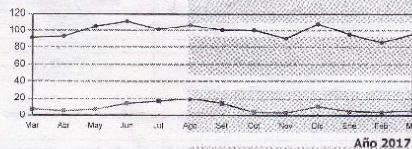
Serie Medidor 000000002805654 - Electrón.
 N° Hilos Medidor 4
 Modalidad Potencia Variable
 Inicio Contrato 01/12/2004
 Término Contrato 30/11/2017

Marzo-2017

CÓDIGO 47317510

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
104.1257	8.3290	118.0800	8.9200

Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	1.837.3193	0.0000	0.0000	16,839.0000	Cargo Fijo		6.5100	6.51
Energía Activa Hora Punta (kWh)	14.1039	0.0000	0.0000	127.0000	Cargo por Reposición y Mantenimiento			27.18
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	1.823.2154	0.0000	0.0000	16,711.0000	Energía Activa HP	127.0000	0.2140	27.18
Energía Reactiva (kVarh)	1.227.6542	0.0000	0.0000	11,158.0000	Energía Activa FP	16711.0000	0.1772	2961.19
Potencia Hora Punta (kW)	0.0625	0.0000	0.0000	8.0000	Energía Reactiva	6136.6000	0.0421	257.09
Potencia Fuera Punta (kW)	1.3975	0.0000	0.0000	96.0000	Pot. Uso Redes Distrib HP	8.3290	12.7300	105.78
Factor Calificación: No Aplica					Pot. Activa Generación HP	6.0000	54.5100	327.06
Fac. Medid. 60.0000					Exc. Pot. Uso Redes Dist. FP	95.7967	14.1900	1358.40
Fac. Transf. 1.0250					Alumbramiento Público (Alcudata: \$70.4367)			306.69
					Interés Compensatorio	1.0000	58.6953	58.70
					Corte de Servicio	1.0000	47.9900	47.99
					SUB TOTAL			5481.22
					Imp. Gral. a las Ventas			986.62
					Interés Moratorio	1.0000	0.1000	0.10
					Saldo por redondeo	1.0000	-0.0200	-0.02
					Diferencia de redondeo		0.0100	0.01
					Aporte Ley Nro. 28749	0.0081	16838.0000	136.39
					TOTAL RECIBO DE MARZO-2017			6612.40
					Deuda Anterior (1 Mes.)			6105.40



Importe 2 Últimos Meses Facturados
 Ene - 2017 \$2 6672.50 Feb - 2017 \$3 6105.40

HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS

	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
EAPF kWh	13.70	1.072	18.94	16.32	12.74	14.10	14.10	14.10	14.10	14.10	14.10	14.10	14.10
EAPF kWh	21	10	18	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
PPF kW	11.062	93.4803	105.150	118.7000	121.4103	125.3825	128.8125	132.4133	136.1500	140.0000	143.8500	147.7000	151.5500
PPF kW	7.3623	8.9250	7.3900	14.1400	13.3000	18.6600	14.3740	2.8564	2.9137	12.0293	3.3219	3.4428	3.0000

Emisión 04/04/2017 Vencimiento 24/04/2017 TOTAL S/*****12,717.80

Su AMT es : A3021 - TPO002 de SE de Potencia : S.E. PORVENIR

Son : SEIS MIL SEISCIENTOS DOCE Y 40/100 SOLES

(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Marzo-2017 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I Art. 4, Inciso 6.1.d

Antes de realizar reparaciones eléctricas en el interior de su vivienda, desconecte la energía.

Cuide su vida y la de su familia



Fecha Corte:25/04/2017

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

Hidrandina R.U.C. 20132023540

Facturación: **Marzo-2017**
 PIEL TRUJILLO S.A.C.
 Suministro 47317510
 Dirección Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Río
 Ruta 33-287-9
 Emisión 04/04/2017
 Vencimiento 24/04/2017

Recibo N° 501-42653143
 El Porvenir/Trujillo
TOTAL A PAGAR S/ ***12,717.80**



Recibo N° 501-42887430

El Porvenir/Trujillo

Recibo por Consumo del 02/04/2017 al 30/04/2017

DELABORUN



Cliete: PIEL TRUJILLO, S.A.C.
R.U.C.: 20480943920
Dirección: Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Rio Seco Barrio 3
Referencia: Leonidas Yerovi 350.
Ruta: 33-287-9
Tarifa: MT2
Medición: Baja Tension
Tensión: 10 kV
SED: E-301383
Tipo Suministro: Trifásica-Aérea(C5.2)

Serie Medidor: 00000002805654 - Electrón.
N° Hilos Medidor: 4
Modalidad: Potencia Variable
Inicio Contrato: 01/12/2004
Termino Contrato: 30/11/2017

Abril-2017

CÓDIGO 47317510

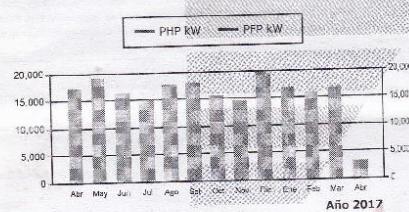
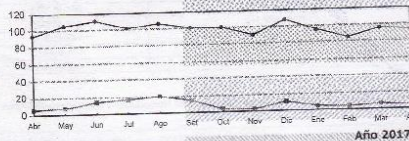
Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
101.8956	8.3290	118.0800	8.9200

Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda
Energía Activa Total (kWh)	0.0000	51.5112	51.5112	3,167.9388
Energía Activa Hora Punta (kWh)	0.0000	0.2831	0.2831	17.4107
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	0.0000	51.2281	51.2281	3,150.5282
Energía Reactiva (kVarh)	0.0000	36.5401	36.5401	2,247.2162
Potencia Hora Punta (kW)	0.0000	0.0700	0.0700	4.3050
Potencia Fuera Punta (kW)	0.0000	1.5300	1.5300	94.0950

Factor Corrección: No Aplica

Fac. Modic.: 60.0000

Fac. Transf.: 1.0250



Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Cargo Fijo		6.5100	6.51
Cargo por Reposición y Mantenimiento			15.63
Energía Activa HP	17.4107	0.2140	3.73
Energía Activa FP	3150.5282	0.1772	558.27
Energía Reactiva	1296.8345	0.0421	54.60
Pot. Activa Generación HP	8.3290	12.7000	105.78
Exc Pot. Uso Redes Dist. HP	4.3050	54.5100	234.87
Alumbrado Público (Alcueros: S/0.4727)	93.6666	14.1800	1326.77
Interés Compensatorio SUB TOTAL	1.0000	45.0819	45.08
Imp. Gral. a las Ventas			2421.95
Interés Moratorio	1.0000	4.4791	4.48
Saldo por redondeo	1.0000	-0.0100	-0.01
Diferencia de redondeo		-0.0300	-0.03
Aporte Ley N° 26749	0.0081	3167.9388	25.66
TOTAL RECIBO DE ABRIL-2017			2888.00
Deuda Anterior (1 Mes.)			6512.40
Total a Pagar incluye Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 60.03			

HISTÓRICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS											
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
EA-HP kWh	127.7	18.40	11.62	150.74	17.95	118.42	15.92	144.65	133.62	183.25	153.95
EA-FP kWh	105	148	150	141	181	151	154	152	129	122	109
PP-HP kW	59.4800	925.1650	110.7000	121.4250	106.7650	100.8205	103.4850	90.7363	107.7811	55.5280	45.4653
PP-FP kW	1.6589	7.3300	14.1800	16.9200	16.9800	14.2742	9.6384	2.8106	11.7500	4.8273	2.8459

Emisión	04/05/2017	Vencimiento	24/05/2017	TOTAL	S/*****9,500.40
---------	------------	-------------	------------	-------	-----------------

Su AMT es: A3021 - TPO002 de SE de Potencia: S.E. PORVENIR

Importe: DOS MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y OCHO Y 00/100 SOLES

(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Abril-2017. Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I, Art. 4, Inciso 6.1.d.

Si realiza el pago vía transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagos@hidrandina.com.pe Revise el estado de cuenta de su recibo en: <http://www.distriluz.com.pe/ConsultaRecibos/ConsultaRecibo.asp?empresa=3>

Fecha Corte: 25/05/2017

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

Hidrandina R.U.C. 20132023540

Facturación: Abril-2017

PIEL TRUJILLO, S.A.C.

Suministro: 47317510

Dirección: Ca. Leonidas Yerovi 0340 Sec. Rio

Ruta: 33-287-9

Emisión: 04/05/2017

Recibo N° 501-42887430

El Porvenir/Trujillo

TOTAL A PAGAR S/ *****9,500.40



 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo DEYBI LUIS COLLAO ZOCON, identificado con DNI N° 46648247, egresado de la Escuela Profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

“PLAN DE GESTIÓN DE ENERGIA ELÉCTRICA EN BASE A AUDITORÍA ENERGÉTICA Y NORMAS ELÉCTRICAS PERUANAS PARA REDUCIR COSTOS DE PRODUCCIÓN EN CURTIEMBRE PIEL TRUJILLO S.A.C.”;

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....



 FIRMA

DNI: ...46648247...

FECHA: .25. de enero del 2019.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Yo, **Felipe De La Rosa Bocanegra**, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo – Trujillo, revisor (a) de la tesis titulada **“Plan de Gestión de Energía Eléctrica en base a Auditoría Energética y Normas Eléctricas Peruanas para reducir costos de producción en Curtiembre Piel Trujillo S.A.C.”**, del (de la) estudiante **Deybi Luis Collao Zocón**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 18 de diciembre de 2017



Firma

Felipe De La Rosa Bocanegra

DNI: 17824219

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------